

PEMILIHAN *SUPPLIER* DAN PENJADWALAN DISTRIBUSI CNG DENGAN PEMODELAN MATEMATIS

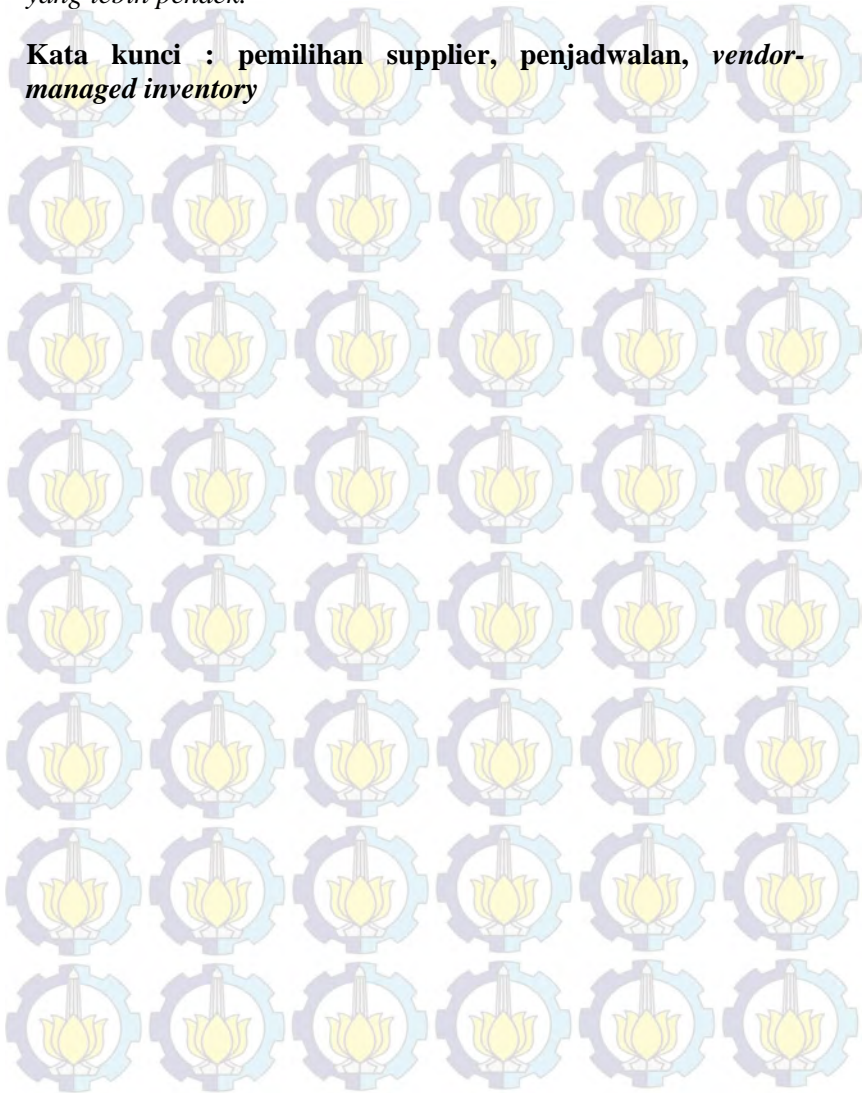
Nama Mahasiswa : Ludfi Pratiwi Bowo
NRP : 4210 100 075
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : AAB. Dinariyana, ST, MES, Ph.D
RO. Saut Gurning ST, M.Sc, Ph.D.

Abstrak

Pemilihan supplier yang optimal merupakan salah satu strategi bagi suatu perusahaan guna meningkatkan profit yang dimiliki perusahaan dan juga berperan dalam penentuan operasional pendistribusian CNG menuju konsumen. Dalam melakukan pemilihan dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas yang dimiliki oleh supplier. Dengan metode persamaan linear ini dibutuhkan beberapa kriteria sebagai berikut harga gas, kualitas gas, ketepatan waktu pengiriman gas, faktor subjektif perusahaan dan biaya pendistribusian. Dari setiap kriteria akan dilakukan pembobotan untuk mendapatkan indeks dari tiap kriteria. Berdasarkan metode yang digunakan terpilih dua supplier untuk membantu distribusi, adalah PT. CNG Plant, Gresik dengan 0,5 MMSCFD dan PT. CNG Plant, Pasuruan dengan 0,45 MMSCFD. Setelah melakukan pemilihan supplier tahapan selanjutnya adalah menyusun penjadwalan distribusi dengan menggunakan metode Vendor-Managed Inventory (VMI), dimana dengan menggunakan metode ini, perusahaan memiliki peran untuk mengatur jadwal distribusi gas menuju perusahaan. Dilakukan dua jenis skenario dan dua model untuk melakukan penjadwalan, dimana skenario 1 PT. Mini CNG plant, Blora mampu mendistribusikan sendiri dan skenario kedua supplier lain ikut membantu. Hasil yang didapatkan dengan menggunakan metode VMI lebih optimal dibandingkan dengan replikasi

penjadwalan yang didapatkan dari hasil optimasi jangka waktu yang lebih pendek.

Kata kunci : pemilihan supplier, penjadwalan, vendor-managed inventory



SUPPLIER SELECTION AND DISTRIBUTION SCHEDULING OF CNG USING MATHEMATICAL MODELLING

Student Name : Ludfi Pratiwi Bowo
Student ID Number : 4210 100 075
Department : Marine Engineering
Supervisors : AAB. Dinariyana, ST, MES, Ph.D
RO. Saut Gurning ST, M.Sc, Ph.D.

Abstract

Optimization of supplier selection is one of the company's strategies to improve profit and to determine the strategy for distributing CNG to customers. Supplier selection is influenced by quality and quantity of the suppliers. These are required some criteria as follow, CNG price, CNG quality, on-time delivery, company's subjective factor and distribution cost. Each criterion will be weighted to get index criteria. Based on the method, it is selected two suppliers to support the distribution, PT. CNG plant, Gresik with 0.5 MMSCFD and PT. CNG plant, Pasuruan with 0.45 MMSCFD. After selecting the supplier, the next step is arranging the distribution scheduling using Vendor-Managed Inventory (VMI). By this method, the company has a role to organize the distribution scheduling. Two scenarios for two different scheduling models are simulated, the first is PT. Mini CNG plant could distribute CNG, and the second one is the company needs support. By given different models and scenarios, it was found that the result of VMI method is more optimal in cost and CNG capacity than repeating weekly schedule.

Key words: supplier selection, scheduling, vendor-managed inventory



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ladang Gas di Indonesia

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan sumber daya alam, salah satunya adalah gas bumi. Sampai dengan pertengahan tahun 1970-an gas dianggap sebagai komoditi yang tidak menguntungkan, sehingga hanya digunakan pada kebutuhan yang terbatas. Infrastruktur transmisi dan distribusi gas pada periode tersebut juga terbatas. Seiring dengan kemajuan teknologi dan permintaan gas yang meningkat di pasar dunia, maka eksploitasi gas mulai dilaksanakan sehingga Indonesia menjadi salah satu eksportir gas terbesar di dunia.

Indonesia saat ini memiliki total cadangan gas bumi (proven & potential) sebesar 150,70 TSCF (status Januari 2012) sebagaimana terlihat pada Gambar 2. Jumlah total tersebut terdiri dari cadangan terbukti sebesar 103,35 TSCF dan cadangan potensial sebesar 47,35 TSCF. Cadangan gas bumi terbesar terkonsentrasi di Natuna (90,27 TSCF), Kalimantan (16,65 TSCF), Sumatera (33,62 MMSTB), Papua (24,14 MMSTB) dan Jawa (8,24 TSCF). Cadangan dengan jumlah terbatas terdapat di Sulawesi (2,57 TSCF) dan Maluku (15,21 TSCF MMSTB). Dengan rasio cadangan terhadap produksi diperkirakan selama \pm 50 tahun. Berdasarkan Tabel 2.1, jumlah gas yang dimiliki di daerah Jawa Timur sebesar 5,26 TSCF, yang merupakan jumlah yang tidak sedikit, akan didistribusikan menuju sektor-sektor yang ada disekitar ladang gas meliputi sektor industri, sektor komersial dan sektor pembangkit energi.

Letak ladang gas tersebut cukup strategis untuk memenuhi kebutuhan dari beberapa kota besar yang berada di sekitar ladang gas, mengingat Pulau Jawa merupakan pulau dengan jumlah penduduk terbesar di Indonesia dan juga sebagai pusat bisnis dan industri, sehingga keperluan akan bahan bakar cukup besar untuk memenuhi produksi yang harus dilakukan. Tabel 2.1 menunjukkan besar ladang gas yang dimiliki oleh Indonesia yang

tersebar di beberapa daerah di Indonesia, berdasarkan pada data yang dimiliki oleh Kementerian ESDM.

Tabel 2. 1 Sumber Ladang Gas Indonesia

Nama Daerah	Jumlah Gas (TSCF)
Nanggroe Aceh Darussalam	7,06
Sumatera Utara	1,23
Sumatera Tengah	9,28
Sumatera Selatan	16,03
Kepulauan Natuna	90,27
Jawa Barat	2,98
Jawa Timur	5,26
Kalimantan	16,65
Sulawesi	2,57
Maluku	15,21
Papua	24,34

Sumber: (Kementerian ESDM, 2012)

Dalam penelitian ini akan menggunakan objek rantai pasok CNG dari sumber gas yang berada di Cepu (Jawa Timur) menuju kepada konsumen-konsumen yang terletak tak terlalu jauh dari sumber. Dimana berdasarkan data pada Tabel 2.1 di atas besar gas yang terkandung di daerah Jawa Timur sebanyak 5,26 TSCF. Pada obyek yang digunakan untuk melakukan penelitian ini yaitu di Cepu, kandungan gas yang diproduksi hanyalah sebanyak 1 MMSCFD, gas yang didapatkan berasal dari pengolahan minyak bumi yang menghasilkan gas buang dalam proses produksinya, gas buang inilah yang dilirik oleh pengusaha untuk dijadikan bisnis gas. Dengan kondisi gas yang dimiliki yaitu gas buang, kondisi produksi perusahaan sangatlah tergantung dengan pasokan gas yang dimiliki oleh perusahaan minyak tersebut, dan perusahaan harus menempatkan beberapa alat tambahan untuk membersihkan gas yang memang merupakan gas buang. Gas buang memiliki banyak partikel *liquid* yang terkandung

didalamnya, berbeda halnya dengan gas kering yang berasal dari sumber gas.

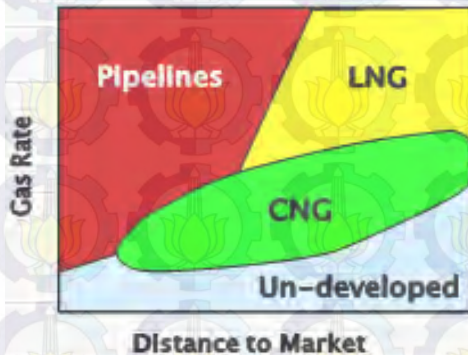
2.2. Teknologi LNG, CNG, dan Sistem perpipaan

Dalam menggunakan setiap keputusan tentunya sudah harus dipertimbangkan mengenai keuntungan dan kerugian dari metode yang akan digunakan. Dalam hal ini, tentunya CNG memiliki kelebihan dan juga kekurangan bila dibandingkan dengan LNG dan juga penggunaan jalur pipa untuk mendistribusikan gas kepada konsumen. CNG memiliki kelebihan untuk digunakan dengan jarak konsumen yang kurang dari 2.500 km dari letak sumur gas, pada jarak ini penggunaan CNG lebih efisien dibandingkan dengan penggunaan LNG. Namun jumlah gas yang dihasilkan oleh CNG tidak sebanyak LNG, dengan efisiensi volumetric dari CNG adalah 1:250 sedangkan LNG 1:600. Kelebihan lain dari CNG dibandingkan dengan LNG adalah CNG tidak memerlukan fasilitas yang begitu mahal seperti LNG, karena CNG tidak memerlukan energi yang cukup besar untuk menurunkan suhu dari gas.

Dalam kasus lain, sistem perpipaan akan cukup efektif untuk digunakan dengan jarak tempuh yang tidak begitu jauh, dan dengan menggunakan sistem perpipaan, jumlah gas yang dapat diantarkan cukup banyak. Namun CNG tidaklah efektif bila ditransferkan dengan menggunakan sistem perpipaan, karena besarnya tekanan yang dimiliki oleh CNG sangatlah besar, hingga mencapai 250 bar, sehingga sangat rawan untuk diterapkan. Gas dapat ditransferkan dengan menggunakan pipa yang kemudian di fasilitas penerima gas tersebut diberi tekanan sesuai dengan standard CNG. Namun bila hal ini diterapkan setiap tujuan dari pendistribusian gas haruslah memiliki kompresor tersendiri untuk dapat memproses gas yang ada, sehingga dirasa kurang efisien.

Gambar dibawah ini merupakan perbandingan dari penggunaan CNG, LNG dan sistem perpipaan berdasarkan jarak konsumen terhadap sumber gas dan juga banyaknya gas yang dapat disalurkan. Bila ketiga teknologi tersebut ditinjau

berdasarkan parameter banyaknya gas yang dapat didistribusikan dan jauhnya letak konsumen terhadap sumber gas, sistem perpipaan akan unggul bila gas yang akan ditransferkan dalam jumlah besar dan jarak konsumen tidak jauh dari letak sumber gas.



Sumber: HIS Energy Group

Gambar 2. 1 Perbandingan CNG, LNG, sistem perpipaan

Dengan menggunakan teknologi LNG jumlah gas yang dapat ditransferkan menuju konsumen sangatlah besar, karena volume gas yang terkandung dalam LNG adalah 1:600. Dan juga LNG sangatlah ekonomis bila digunakan untuk jarak pengiriman yang cukup jauh. Kemudian untuk CNG, hanya dapat mentransferkan jumlah gas yang tidak begitu banyak volumenya menuju konsumen. Dan juga dengan jarak yang terbatas.

Bila ditinjau dari segi keamanan, pengiriman CNG jauhlah lebih memiliki resiko dibandingkan dengan pengiriman LNG. Hal tersebut dikarenakan dengan pengiriman CNG tekanan kerja yang ada adalah 250 bar, sedangkan dengan LNG tekanan kerja yang ada hanyalah 1 bar, sehingga sangat beresiko jika melakukan pengiriman gas dalam bentuk CNG ke konsumen yang letaknya cukup jauh.

Berdasarkan permasalahan yang ada saat ini, jumlah gas yang dimiliki oleh perusahaan mencapai 1 MMSCFD dengan memiliki 4 konsumen yang harus dipenuhi kebutuhan gas nya.

Kebutuhan gas yang dimiliki oleh konsumen berkisar antara 0,15-0,5 MMSCFD. Dengan jarak tempuh yang dimiliki untuk mencapai konsumen berkisar antara 80-159 km. berdasarkan kondisi seperti ini, pengiriman dengan menggunakan metode CNG cukup efisien dibandingkan dengan menggunakan metode LNG. Dikarenakan melihat jumlah produksi gas yang hanya 1 MMSCFD dan jarak menuju konsumen tidaklah cukup jauh, maka akan tidak ekonomis jika menggunakan metode LNG.

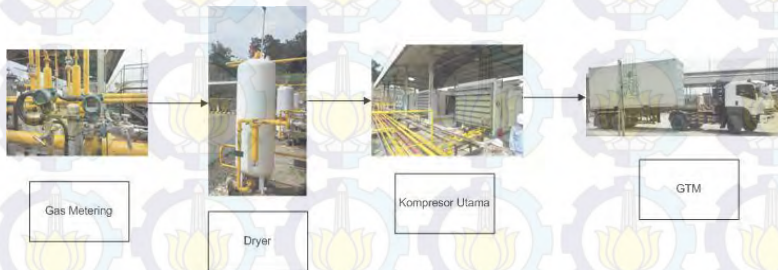
2.3. CNG (*Compressed Natural Gas*) Supply Chain

CNG adalah gas alam yang mempunyai kandungan Gas Metana 80-95%, dikemas dan dikompresi ke dalam tabung baja atau composite dengan tekanan sekitar 200-250 bar (3.000 – 3.600 psi) untuk kemudahan transportasi dan distribusi. CNG merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan dan aman, sebagai bahan bakar pengganti Solar, Residu, Kerosene ataupun LPG. CNG melepaskan sangat sedikit emisi yang berpotensi membahayakan lingkungan dan atmosfer.

Berdasarkan perbandingan harga CNG dengan bahan bakar minyak lainnya, CNG merupakan bahan bakar yang cukup ekonomis per MMBTU nya dengan jarak konsumen yang tidak begitu jauh dengan letak sumur gas, karena besarnya harga jual dapat dipengaruhi oleh besarnya biaya operasional untuk pengiriman gas. Sehingga saat ini tak jarang perusahaan dibidang industri, komersial dan pembangkit energi menggunakan CNG sebagai bahan bakarnya. Dapat dilihat pada gambar 4 di bawah. Bahwa perbandingan harga dari tiap-tiap bahan bakar dilihat dari segi volume dan jarak pengiriman, terlihat bahwa CNG memiliki harga jual yang ekonomis dibandingkan dengan jenis bahan bakar lainnya. Hal ini disebabkan oleh ekonomisnya biaya produksi yang dihasilkan dari pengolahan CNG ini, karena pada pengolahan CNG tidak dibutuhkan energi yang sangat besar untuk mengubah fase gas menjadi liquid. CNG juga akan ekonomis dengan jarak pengiriman yang tidak begitu jauh dengan letak sumur gas. Karena besarnya harga jual juga dipengaruhi

oleh besarnya biaya operasional untuk mendistribusikan gas menuju konsumen. Semakin jauh jarak untuk mendistribusikan suatu barang, kebutuhan akan biaya operasional akan semakin besar pula.

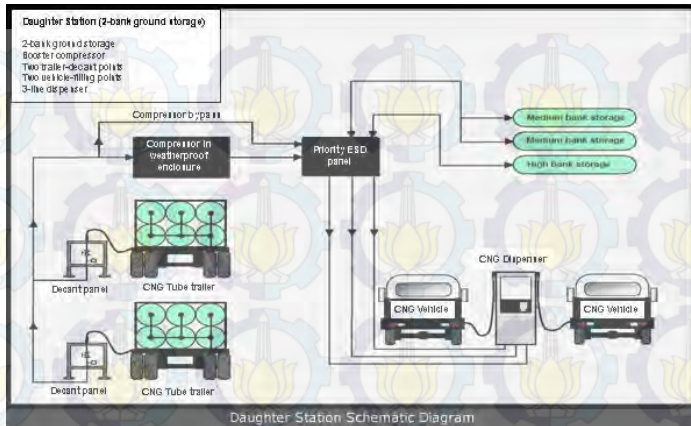
Proses distribusi gas sudah dilakukan sejak gas tersebut keluar dari sumur gas, berikut merupakan gambar 5 untuk menjelaskan mengenai alur distribusi gas pada stasiun utama dari CNG *plant*:



Gambar 2. 2 CNG *Compressing System (Mother Station)*

Proses distribusi CNG berasal dari sumber gas (*well*) yang kemudian gas tersebut dikeringkan (*dry*) menggunakan dryer, dimana pada proses tersebut dilakukan *treatment* untuk menghilangkan kontaminan terhadap zat-zat seperti karbon dioksida, air dan belerang untuk menghindari zat-zat tersebut terkompresi. Setelah gas melalui proses dryer, kemudian gas masuk kedalam kompresor untuk dikompresi sebesar 200-250 bar. Lalu setelah dikompresi gas tersebut barulah siap untuk didistribusikan menggunakan truk dengan tanki khusus. Proses ini terjadi pada stasiun utama dari CNG proses (*mother station*).

Setelah CNG dimasukkan ke dalam tabung CNG khusus yang terhubung satu dengan yang lainnya, tabung CNG tersebut kemudian didistribusikan ke tempat tujuan dengan moda transportasi darat. Di tempat tujuan, tekanan gas dalam tabung CNG ini kemudian diturunkan dengan menggunakan *Pressure Regulating System (PRS)* ke titik tertentu di mana tekanan disesuaikan dengan kebutuhan peralatan milik Konsumen.



Sumber: (Gas Mint System Limited, 2014)

Gambar 2. 3 Skema Bongkar Muat Gas di *Daughter Station*

Gambar 2.5 merupakan proses rantai pasok secara sederhana dari CNG *plant* menuju konsumen gas CNG. Gas yang berasal dari truk pengangkutan menuju system yang bernama *Pressure Reducing System*, dimana sistem tersebut bertujuan untuk menurunkan tekanan yang ada pada truk pengangkutan gas agar gas dapat mengalir menuju peralatan yang dituju.

Dalam proses rantai pasok yang dilakukan CNG, terdapat satuan-satuan yang menjadi patokan dalam melakukan jual beli CNG. Diantaranya adalah sebagai berikut:

MMSCFD: *million standard cubic feet per day*

MMBTU: *million BTU*

m³ GAS: *meter cubic gas*

Dimana dalam pendistribusian CNG jumlah permintaan dan kapasitas yang dimiliki oleh suatu perusahaan disebut dalam satuan MMSCFD yang menggambarkan jumlah gas yang ada dalam satu hari. Sedangkan dalam perjanjian jual beli gas, satuan yang digunakan adalah MMBTU, dimana MMBTU menggambarkan banyaknya kalor yang dihasilkan oleh CNG tersebut. Untuk mengkonversi MMSCFD menuju MMBTU

tidaklah bisa dikarenakan MMSCFD merupakan satuan untuk mengetahui besar debit gas yang ada dan MMBTU merupakan satuan kalor.

Namun untuk dapat mengetahui berapa harga dari sejumlah CNG yang didistribusikan dapat dilakukan dengan cara mengkonversi satuan MMCFD CNG menjadi satuan m^3 CNG dengan besar $1 \text{ MMSCFD} = 28.316,85 \text{ m}^3 \text{ CNG}$, kemudian dari satuan m^3 CNG tersebut dapat diketahui berapa MMBTU yang dihasilkan, dengan $1 \text{ m}^3 \text{ CNG} = 0,04 \text{ MMBTU}$. Dari hasil perhitungan di atas dapat diketahui berapa biaya yang dikeluarkan oleh konsumen untuk mengkonsumsi 1 buah kontainer CNG dengan volume dalam MMSCFD.

Konsumen gas CNG meliputi berbagai sektor yaitu:

1. Sektor Pembangkit Energi

Perusahaan pembangkit listrik kini tidak bisa lagi hanya mengandalkan bahan bakar berbasis minyak seperti solar untuk memasok listrik dan harus mengalihkan perhatiannya ke CNG, yang memiliki beberapa keunggulan lebih yang berbeda.

2. Sektor Industri

Biasanya Industri memerlukan bahan bakar untuk Peralatan-peralatan Produksi seperti pemanasan, pengeringan dan banyak aplikasi lainnya. Beberapa industri bahkan sekarang menggunakan CNG untuk menghasilkan listrik mereka sendiri sebagai bahan bakar utama maupun cadangan. Beberapa Jenis Mayoritas yang menggunakan CNG: Makanan, Tekstil, Kertas, Kimia, Keramik, Kaca, Semen, dan Industri Lainnya.

3. Sektor Komersial

Distribusi penggunaan CNG juga meliputi Perhotelan, Restoran, Gedung bertingkat dan lainnya, dimana efisiensi bahan bakar sangat dibutuhkan.

2.4. Peraturan Kelas Jalan

Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 55 Tahun 1999 Tentang Penetapan Kelas Jalan di Pulau Jawa (Kementerian Perhubungan, 1999), ditetapkan bahwa:

Pasal 1

Untuk keperluan pengaturan, penggunaan serta kebutuhan lalu lintas dan angkutan, jalan dibagi dalam lima kelas, yaitu:

- a. Jalan kelas I
- b. Jalan kelas II
- c. Jalan kelas III A
- d. Jalan kelas III B
- e. Jalan kelas III C

Pasal 2

1. Jalan Kelas I sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 huruf a, merupakan jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih besar dari 10 ton.
2. Jalan Kelas II sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 huruf b, merupakan jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 10 ton.
3. Jalan Kelas III A sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 huruf c, merupakan jalan arteri atau kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi dari 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.
4. Jalan Kelas III B sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 huruf d, merupakan jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi dari 2.500 milimeter, ukuran

panjang tidak melebihi 12.000 milimeter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

5. Jalan Kelas III C sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 huruf e, merupakan jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi dari 2.100 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

Berdasarkan peraturan kelas jalan yang dikeluarkan oleh Menteri Perhubungan, jalur distribusi yang dilakukan oleh truk pengangkut CNG haruslah jalur yang masuk dalam klasifikasi Kelas Jalan I dan Kelas Jalan II.

2.5. *Vendor Manage Inventory*

Tren terbaru yang dimiliki oleh kasus rantai pasok dalam hal pendistribusian barang saat ini adalah dengan memberikan izin kepada pemasok untuk menentukan jadwal pengiriman menuju konsumen dan pemasok harus memastikan dengan jadwal yang telah ditentukan tidak akan menyebabkan persediaan barang yang ada di konsumen mengalami kehabisan pasokan. Sehingga saat ini trend untuk konsumen meminta pasokan barang setiap saat barang yang dimiliki habis kepada pemasok telah berganti. *Supplier* mengelola persediaan (*Vendor manage inventory*) adalah suatu cara yang digunakan dalam pendistribusian suatu barang dari *supplier* menuju konsumen, dimana keputusan waktu untuk mengirimkan barang tersebut berada pada *supplier*, bukan pada konsumen. Ini berarti bahwa *supplier* memonitor besarnya permintaan konsumen terhadap barangnya secara berkala, dan *supplier* memastikan bahwa barang yang akan dipasok tidak akan menunggu persediaan di konsumen telah habis. Saat ini VMI telah banyak digunakan dalam permasalahan rantai pasok, dikarenakan berdasarkan studi (Waller, Johnson, & Davis, 2001) menyatakan bahwa dengan menggunakan metode VMI terdapat beberapa keuntungan yang akan didapat oleh perusahaan

supplier, dan berikut merupakan keuntungan menggunakan metode VMI:

1. Mengurangi biaya transportasi, hal ini dapat terjadi dikarenakan dengan menggunakan VMI *supplier* dapat memitigasi permintaan konsumen yang tidak tentu jumlahnya (fluktuatif). Konsumen juga tertarik dengan penggunaan metode ini dikarenakan VMI dapat menyelesaikan dilemma dari permasalahan tolok ukur kinerja. Dalam penjadwalan, distribusi yang tidak teratur dapat diselesaikan dengan variasi kalender perencanaan *supplier*. Meminimalkan biaya transportasi dapat terjadi jika *supplier* berkoordinasi dengan konsumen terhadap jadwal pengiriman barang, kemudian dengan membuat perencanaan rute pendistribusian, sebagai contoh satu truk dapat berhenti di dua konsumen untuk memenuhi permintaan konsumen yang saling berdekatan.
 2. Meningkatkan pelayanan, maksud dari poin ini adalah *supplier* dapat mengetahui perkiraan dari jumlah permintaan yang ada pada konsumen, dimungkinkan bila disuatu waktu terdapat jumlah permintaan yang menurun dan disisi lain ada konsumen yang memiliki jumlah permintaan yang meningkat, maka *supplier* dapat menyeimbangkan permintaan tersebut dengan berfokuskan terlebih dahulu kepada konsumen yang sedang sangat membutuhkan. Dengan VMI penyeimbangan pasokan dapat terjadi jika ada konsumen yang mengembalikan barang yang telah dikirimkan ke *supplier*, kemudian barang tersebut dapat dikirimkan ke konsumen lainnya.
- Berdasarkan studi yang dilakukan (Ronen, 2002), permasalahan yang diangkat oleh studi ini adalah menentukan kapan waktu dan berapa banyak jumlah barang yang dapat didistribusikan untuk setiap barang dari *supplier* tertentu menuju konsumen yang telah ada sebelumnya dan dengan menggunakan kendaraan tertentu yang dapat meminimalisir biaya operasional dan tidak mengganggu jumlah *safety stock* konsumen dan batas

volume penyimpanan. Pada kasus ini, D. Ronen menggunakan transportasi laut untuk melakukan proses distribusi. Pendekatan yang digunakan dalam permasalahan yang ditinjau oleh D. Ronen ini dibagi menjadi dua tahapan, tahapan pertama adalah dengan menentukan berapa jumlah muatan untuk didistribusikan dan tahap kedua adalah dengan menentukan penjadwalan dari kendaraan untuk mendistribusikan muatan.

Dalam permasalahan ini, D. Ronen menggunakan horizon perencanaan untuk mengatasi permasalahan waktu pelayaran dari kapal yang digunakan. Ketika perjalanan suatu kapal tidaklah cukup lama (hanya beberapa hari), horizon perencanaan waktu yang dilakukan cukup dengan waktu satu bulan dengan pembagian waktu per harinya. Namun ketika perjalanan suatu kapal cukup memakan waktu lama (hingga berminggu-minggu) maka horizon perencanaan waktu yang perlu direncanakan adalah dengan beberapa bulan kedepan dengan pembagian waktu per minggunya.

Berdasarkan (Campbell & Savelbergh, 2004) permasalahan inventory-routing dapat diselesaikan dengan membaginya menjadi dua tahap, yaitu dengan membuat perencanaan kemudian penjadwalan atas distribusi yang dilakukan. Tujuan utama yang ingin dicapai dalam jurnal ini adalah menemukan berapa besarnya ukuran barang yang akan didistribusikan menuju konsumen dan juga menentukan waktu untuk mendistribusikan barang tersebut, caranya adalah dengan memvariasikan metode vehicle routing-problem dengan kemampuan *supplier* (vendor) dalam menentukan suatu keputusan untuk pendistribusian.

Inventory Routing Problem ini berfokus pada distribusi yang berulang terhadap satu jenis barang dari sebuah fasilitas (*supplier*) menuju sejumlah N konsumen dengan rentang waktu yang direncanakan selama T . Konsumen i mengkonsumsi produk dengan laju konsumsi yang dimiliki oleh konsumen sebesar U_i (volume per hari) dan kemampuan untuk menyimpan kapasitas maksimal barang adalah C_i . Besarnya jumlah barang yang dimiliki oleh konsumen i pada waktu 0 adalah I_i^0 . Pada jurnal ini

menggunakan satu jenis kendaraan yaitu M kendaraan dengan kapasitas Q . Fungsi objektif dari permasalahan ini adalah meminimalkan biaya rata-rata distribusi selama perencanaan dilakukan tanpa menyebabkan konsumen mengalami kehabisan stok barang. Tiga keputusan yang akan didapatkan adalah:

- Kapan waktu untuk melayani konsumen
- Berapa banyak barang yang akan didistribusikan
- Rute pendistribusian mana yang akan digunakan

Pada permasalahan ini diasumsikan bahwa *supplier* memiliki jumlah produksi yang tak terhingga, sehingga stok barang selalu ada. Pengiriman barang tidak dibatasi oleh time-windows yang dimiliki oleh konsumen. Dan laju konsumsi barang U_i diasumsikan konstan sepanjang hari.

Pemodelan matematis yang digunakan pada **tahap pertama** permasalahan ini adalah sebagai berikut

Minimize

$$\sum_t \sum_r c_r x_r^t \quad 2.1$$

Dengan batasan

$$LL_i^t \leq \sum_{1 \leq s \leq t} \sum_{i: i \in r} d_{ir}^s \leq UL_i^t \quad \forall i \forall t \quad 2.2$$

$$\sum_{i: i \in r} d_{ir}^t \leq Q x_r^t \quad \forall r \in R \quad \forall t \quad 2.3$$

$$\sum_{r: r \in R} T_r x_r^t \leq M \quad \forall t \quad 2.4$$

$$x_r^t \in (0, 1) \quad 2.5$$

Dimana:

$$c_r = \text{biaya yang dibutuhkan untuk rute } r$$

$$x_r^t = \begin{cases} 1, & \text{rute } r \text{ digunakan pada hari } t \\ 0 & \end{cases}$$

$$LL_i^t = \text{batas bawah jumlah kapasitas barang yang dimiliki oleh konsumen } i \text{ pada hari } t$$

$$d_{ir}^s = \text{jumlah produksi yang dapat habis } s \text{ di konsumen } i \text{ dengan rute } r$$

$$UL_i^t = \text{batas atas jumlah kapasitas barang yang dapat}$$

dikirimkan ke konsumen i pada akhir hari t

d_{ir}^t = jumlah barang yang dikirimkan ke konsumen i
dengan rute r pada hari t

Qx_r^t = kapasitas kendaraan dengan rute r pada hari t

$T_r x_r^t$ = durasi dari rute r dengan rute r pada hari t

M = jumlah kendaraan yang digunakan

Fungsi objektif di atas (1) adalah untuk meminimalkan biaya pendistribusian dengan rute yang akan terpilih nantinya. Batasan yang membatasi permasalahan ini adalah dengan menentukan (2) Batas Atas (UL_i^t) dan Batas Bawah (LL_i^t) dari pemakaian barang pada konsumen i . Sehingga akan didapatkan nilai d_i^{sr} yang merupakan jumlah optimal yang harus didistribusikan menuju konsumen. Selanjutnya batasan kedua (3) adalah, jumlah barang yang didistribusikan harus lebih kecil atau sama dengan kapasitas kendaraan yang akan melakukan distribusi. Batasan ketiga (4) adalah durasi dari rute r harus lebih kecil atau sama dengan jumlah kendaraan. Batasan keempat (5) adalah *binary* dengan nilai 1 berarti rute tersebut akan dilalui, kemudian nilai 0 berarti rute tersebut tidak dilalui.

Cara yang digunakan untuk menentukan batas atas dan batas bawah dari batasan yang akan digunakan di atas adalah $LL_i^t = \max(0, tU_i - I_i^0 + l_i U_i)$ untuk menentukan batas bawah dimana batas bawah merupakan jumlah kapasitas barang yang harus dikirimkan oleh *supplier* ke konsumen i pada akhir hari t , sedangkan untuk menentukan batas atas yang dimiliki oleh konsumen adalah $UL_i^t = tU_i + C_i - I_i^0 - l_i U_i$, batas atas disini maksudnya adalah jumlah kapasitas maksimal yang dapat dikirimkan pada ke konsumen i pada akhir hari t .

Hasil yang didapatkan dari **tahap pertama** pemecahan masalah di atas adalah banyaknya kapasitas yang dapat didistribusikan menuju konsumen, jumlah kendaraan yang digunakan, dan rute yang digunakan untuk mendistribusikan barang dengan durasi t . Langkah selanjutnya yang akan digunakan adalah dengan membuat penjadwalan distribusi.

Pada langkah pertama yang dilakukan tidak mempertimbangkan permasalahan waktu tiba dan pendistribusian barang dengan kendaraan yang berbeda. Kemudian dengan langkah ini akan dipaksakan total volume yang dapat didistribusikan ke konsumen selama j hari lebih besar atau sama dengan dibandingkan dengan total volume pendistribusian yang telah ditentukan sebelumnya. Dengan langkah kedua ini pendistribusian haruslah mendekati dengan jumlah yang telah diberikan dari hasil perhitungan tahap pertama yang menggunakan sudut pandang pelaksanaan waktu dengan rentang yang lebih panjang. Sedangkan dengan tahap kedua ini dibutuhkan rentang waktu yang lebih singkat dengan beberapa fleksibilitas dalam rute harian yang dilakukan dan penjadwalan.

Dalam pengerjaan **tahap kedua** ini terdapat beberapa hal yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil akhir seperti yang diharapkan, yaitu:

1. Menambah jumlah waktu perjalanan untuk pendistribusian dimana rute pengiriman disesuaikan dengan lama durasi pengiriman dan menambahkan biaya penambahan waktu perjalanan. Jika akan menambahkan rute baru untuk konsumen i , maka dapat digunakan rumus sebagai berikut

$$2 \cdot tt_{i,depot} \quad 2.6$$

Dimana, $tt_{a,b}$ merupakan waktu perjalanan diantara dua lokasi, yaitu lokasi a dan b.

2. Mengganti estimasi waktu untuk waktu tunggu. Waktu tunggu pada suatu rute diestimasi dengan waktu mulai pada saat akan memulai distribusi, waktu pendistribusian dengan kapasitas maksimum untuk setiap konsumen dan tindakan selama pengiriman, waktu menunggu hanya diperlukan hingga akhir dari rute.
3. Mengadakan biaya tambahan untuk pengadaan rute yang berbeda seperti yang telah ditentukan sebelumnya, dimana keterlambatan selama x menit dan volume

maksimal yang dapat dikirimkan kurang dari $y\%$ dari kapasitas truk.

4. Biaya tambahan diberikan juga untuk pemasukan rute yang diminta oleh konsumen.

2.6. Linear Programming

Linear programming merupakan suatu metode matematika yang dapat digunakan untuk membantu dalam perencanaan dan pengambilan keputusan dalam penggunaan sumber daya yang terbatas di tengah-tengah aktivitas-aktivitas yang saling bersaing melalui jalan atau cara yang terbaik. Pemrograman linier meliputi perencanaan aktivitas untuk mendapatkan hasil optimal, yaitu sebuah hasil yang mencapai tujuan terbaik (menurut model matematis) diantara semua kemungkinan alternatif yang ada. Karakteristik-karakteristik pada *linear programming* adalah: fungsi tujuan (untuk memaksimumkan atau meminimumkan sesuatu), fungsi pembatas yang membatasi tingkatan pencapaian tujuan, adanya beberapa alternatif tindakan yang bisa dipilih, fungsi tujuan dan kendala dalam permasalahan diekspresikan dalam bentuk persamaan atau pertidaksamaan linier. Linear Programming (LP) merupakan teknik riset operasional (operation research technique) yang telah dipergunakan secara luas dalam berbagai jenis masalah manajemen. Tujuan mempelajari permasalahan tipe transportasi antara lain untuk memperoleh jumlah biaya transportasi yang minimum dengan memperhatikan pembatasan yaitu :

Jumlah barang yang diangkut tidak boleh melebihi supply yang ada.

- Jumlah permintaan harus dipenuhi.
- Jumlah permintaan harus sama dengan jumlah penawaran.

Setelah masalah diidentifikasi, tujuan diterapkan, langkah selanjutnya adalah formulasi model matematis yang meliputi tiga tahap :

- Menentukan variabel yang tak diketahui (variabel keputusan) dan menyatakan dalam simbol matematis.

- Membentuk fungsi tujuan yang ditunjukkan sebagai suatu hubungan linier (bukan perkalian) dari variabel keputusan.
- Menentukan semua kendala masalah tersebut dan mengekspresikan dalam persamaan dan pertidaksamaan yang juga merupakan hubungan linier dari variabel keputusan yang mencerminkan keterbatasan sumberdaya masalah itu.

Pemrograman Linier disingkat PL merupakan metode matematis dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan seperti memaksimalkan keuntungan dan meminimumkan biaya. PL banyak diterapkan dalam masalah ekonomi, industri, militer, sosial dan lain-lain. PL berkaitan dengan penjelasan suatu kasus dalam dunia nyata sebagai suatu model matematis yang terdiri dari sebuah fungsi tujuan linier dengan beberapa kendala linier.

2.6.1. Pemilihan Supplier

Salah satu faktor yang dilakukan dalam permasalahan rantai pasok adalah dengan melakukan pemilihan *supplier*. Pemilihan *supplier* harus mempertimbangkan pelayanan tinggi terhadap konsumen dalam hal pengiriman, kualitas, harga dan pelayanan setelah penjualan. Beberapa *supplier* mungkin memiliki harga yang lebih murah tetapi kualitas yang tidak begitu bagus. Beberapa *supplier* mungkin memiliki waktu pengiriman yang tepat waktu tetapi mungkin memiliki catatan yang kurang baik terhadap pelayanan setelah penjualan. Ada banyak kriteria yang dibutuhkan untuk menganalisa pemilihan *supplier*. Metodologi yang digunakan adalah dengan menggunakan persamaan algoritma untuk mendapatkan *supplier* yang optimum. (Cokelez, 1997)

Berikut merupakan tahapan yang diperkenalkan oleh Sadik Cokelez dalam metode pemilihan *supplier*. Tahap pertama dalam penggunaan algoritma ini adalah mendapatkan kemungkinan harga barang yang ditawarkan oleh *supplier* dengan

menggunakan analisa keputusan. Harga yang diharapkan ini kemudian dikonversi untuk menjadi indeks dengan menggunakan common base.

Tahap kedua yang dilakukan adalah menemukan performa waktu pengiriman terbaik dari tiap *supplier* dengan kemungkinan pelaksanaan analisa keputusan. Waktu pengiriman ini nantinya akan menjadi indeks yang digunakan dalam perhitungan algoritma.

Tahap ketiga yang dilakukan adalah dengan menentukan besar persentase kemungkinan kerusakan barang ketika sampai ke konsumen (kualitas barang), kemudian mengkonversi nilai ini untuk menjadi indeks.

Tahap keempat yang harus dilakukan adalah dengan menganalisa faktor rating dengan memberikan penilaian dan pembobotan kepada beberapa faktor subjektif terhadap tiap *supplier*. Pembobotan ini kemudian juga akan dikonversi untuk menjadi indeks perhitungan algoritma.

Tahap kelima yang dilakukan adalah dengan mengalikan semua hasil indeks di atas dengan pembobotan dan menjumlahkan nilai setiap *supplier* untuk mendapatkan nilai indeks dari setiap *supplier*.

Tahap keenam dari metode ini adalah menentukan biaya transportasi dan indeks biaya transportasi. Nilai ini merupakan salah satu koefisien dari persamaan linear yang ada.

Tahap terakhir adalah dengan memasukkan semua indeks yang ada ke rumus *linear program* sebagai berikut:

Maksimal

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W_v v_i x_{ij} + W t_{ij} t_{ij} x_{ij} \quad 2.7$$

Batasan:

$$\sum x_{ij} \leq s_i \quad i=1,2,3,...,m \quad 2.8$$

$$\sum x_{ij} \leq d_j \quad j=1,2,3,...,n \quad 2.9$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad 2.10$$

Dimana:

W_v = bobot berdasarkan nilai kriteria tiap *supplier*

W_{It} = bobot berdasarkan nilai kriteria transportasi

v_i = nilai dari *supplier* i

It_{ij} = indeks transportasi dari *supplier* i menuju konsumen j

x_{ij} = jumlah optimum transportasi dari *supplier* i menuju konsumen j

s_i = kapasitas *supplier* i

d_j = jumlah permintaan dari konsumen j

Fungsi objektif di atas bertujuan untuk memaksimalkan jumlah gas yang dimiliki oleh *supplier* untuk dapat memasok gas yang dibutuhkan oleh seluruh konsumen, berdasarkan bobot yang telah ditetapkan sebelumnya oleh pihak perusahaan yang mengambil keputusan. (Cokelez, 1997)

2.7. Pengumpulan Data

Berdasarkan buku dari (Sekaran, 2006), dalam penelitian, teknik pengumpulan data merupakan faktor penting untuk keberhasilan suatu penelitian. Hal ini berkaitan dengan bagaimana cara mengumpulkan mengumpulkan data, sumber, dan alat yang digunakan. Jenis data adalah mengenai dari mana data diperoleh. Apakah data diperoleh dari sumber langsung (data primer) atau data diperoleh dari sumber tidak langsung (data sekunder). Metode pengumpulan data merupakan teknik atau cara yang dilakukan untuk mengumpulkan data. Metode menunjuk suatu cara sehingga dapat diperlihatkan penggunaannya melalui angket, wawancara, pengamatan, tes, dokumentasi dan sebagainya. Sedangkan instrumen pengumpul data merupakan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data. Karena berupa alat, maka instrumen dapat berupa lembar cek list, kuesioner (angket terbuka /tertutup), pedoman wawancara, kamera dan lainnya. Adapun tiga teknik pengumpulan data yang biasa digunakan adalah angket, observasi dan wawancara.

2.7.1 Metode Pengumpulan Data

1. Angket

Angket / kuesioner adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan seperangkat pertanyaan atau pernyataan kepada orang lain yang dijadikan responden untuk dijawabnya.

Meskipun terlihat mudah, teknik pengumpulan data melalui angket cukup sulit dilakukan jika respondennya cukup besar dan tersebar di berbagai wilayah.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penyusunan angket menurut Uma Sekaran terkait dengan prinsip penulisan angket, prinsip pengukuran dan penampilan fisik.

Prinsip Penulisan angket menyangkut beberapa faktor antara lain:

- Isi dan tujuan pertanyaan artinya jika isi pertanyaan ditujukan untuk mengukur maka harus ada skala yang jelas dalam pilihan jawaban.
- Bahasa yang digunakan harus disesuaikan dengan kemampuan responden. Tidak mungkin menggunakan bahasa yang penuh istilah-istilah bahasa Inggris pada responden yang tidak mengerti bahasa Inggris, dsb.
- Tipe dan bentuk pertanyaan apakah terbuka atau tertutup. Jika terbuka artinya jawaban yang diberikan adalah bebas, sedangkan jika pernyataan tertutup maka responden hanya diminta untuk memilih jawaban yang disediakan.

2. Observasi

Observasi merupakan salah satu teknik pengumpulan data yang tidak hanya mengukur sikap dari responden (wawancara dan angket) namun juga dapat digunakan untuk merekam berbagai fenomena yang terjadi (situasi, kondisi). Teknik ini digunakan bila penelitian ditujukan untuk mempelajari perilaku manusia, proses kerja, gejala-gejala alam dan dilakukan pada responden yang tidak terlalu besar.

- *Participant Observation*

Dalam observasi ini, peneliti secara langsung terlibat dalam kegiatan sehari-hari orang atau situasi yang diamati sebagai sumber data.

- *Non participant Observation*

Berlawanan dengan participant Observation, Non Participant merupakan observasi yang peneliti tidak ikut secara langsung dalam kegiatan atau proses yang sedang diamati.

Kelemahan dari metode ini adalah peneliti tidak akan memperoleh data yang mendalam karena hanya bertindak sebagai pengamat dari luar tanpa mengetahui makna yang terkandung di dalam peristiwa.

3. Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui tatap muka dan tanya jawab langsung antara pengumpul data maupun peneliti terhadap nara sumber atau sumber data.

Wawancara pada penelitian sampel besar biasanya hanya dilakukan sebagai studi pendahuluan karena tidak mungkin menggunakan wawancara pada 1000 responden, sedangkan pada sampel kecil teknik wawancara dapat diterapkan sebagai teknik pengumpul data (umumnya penelitian kualitatif).

Wawancara terbagi atas wawancara terstruktur dan tidak terstruktur.

1. Wawancara terstruktur artinya peneliti telah mengetahui dengan pasti apa informasi yang ingin digali dari responden sehingga daftar pertanyaannya sudah dibuat secara sistematis. Peneliti juga dapat menggunakan alat bantu tape recorder, kamera photo, dan material lain yang dapat membantu kelancaran wawancara.
2. Wawancara tidak terstruktur adalah wawancara bebas, yaitu peneliti tidak menggunakan pedoman wawancara yang berisi pertanyaan yang akan diajukan secara

spesifik, dan hanya memuat poin-poin penting masalah yang ingin digali dari responden.

2.7.2 Kelebihan dan Kekurangan dalam Teknik Pengumpulan Data

1. Metode Observasi

Pengumpulan data dengan observasi langsung atau dengan pengamatan langsung adalah cara pengambilan data dengan menggunakan mata tanpa ada pertolongan alat standar lain untuk keperluan tersebut. Pengamatan baru tergolong sebagai teknik mengumpulkan data, jika pengamatan tersebut mempunyai kriteria berikut:

- Pengamatan digunakan untuk penelitian dan telah direncanakan secara sistematis.
- Pengamatan harus berkaitan dengan tujuan penelitian yang telah direncanakan.
- Pengamatan tersebut dicatat secara sistematis dan dihubungkan dengan proposisi umum dan bukan dipaparkan sebagai suatu set yang menarik perhatian saja.

Pengamatan dapat dicek dan dikontrol atas validitas dan reliabilitasnya. Penggunaan pengamatan langsung sebagai cara mengumpulkan data mempunyai beberapa keuntungan antara lain:

Pertama. Dengan cara pengamatan langsung, terdapat kemungkinan untuk mencatat hal-hal, perilaku, pertumbuhan, dan sebagainya, sewaktu kejadian tersebut berlaku, atau sewaktu perilaku tersebut terjadi. Dengan cara pengamatan, data yang langsung mengenai perilaku yang tipikal dari objek dapat dicatat segera, dan tidak menggantungkan data dari ingatan seseorang;

Kedua. Pengamatan langsung dapat memperoleh data dari subjek baik tidak dapat berkomunikasi secara verbal atau yang tak mau berkomunikasi secara verbal. Adakalanya subjek tidak mau berkomunikasi, secara verbal dengan enumerator atau peneliti, baik karena takut, karena tidak ada

waktu atau karena enggan. Dengan pengamatan langsung, hal di atas dapat ditanggulangi. Selain dari keuntungan yang telah diberikan di atas, pengamatan secara langsung sebagai salah satu metode dalam mengumpulkan data, mempunyai kelemahan-kelemahan.

2. Metode Wawancara

Yang dimaksud dengan wawancara adalah proses memperoleh keterangan untuk tujuan penelitian dengan cara tanya jawab, sambil bertatap muka antara si penanya atau pewawancara dengan si penjawab atau responden dengan menggunakan alat yang dinamakan interview guide (panduan wawancara). Wawancara dapat dilakukan dengan tatap muka maupun melalui telepon.

Wawancara Tatap Muka

Beberapa kelebihan wawancara tatap muka antara lain :

- Bisa membangun hubungan dan memotivasi responden
- Bisa mengklarifikasi pertanyaan, menjernihkan keraguan, menambah pertanyaan baru
- Bisa membaca isyarat non verbal
- Bisa memperoleh data yang banyak

Sementara kekurangannya adalah :

- Membutuhkan waktu yang lama
- Biaya besar jika responden yang akan diwawancara berada di beberapa daerah terpisah
- Responden mungkin meragukan kerahasiaan informasi yang diberikan
- Pewawancara perlu dilatih
- Bisa menimbulkan bias pewawancara
- Responden bias menghentikan wawancara kapanpun

Wawancara via surat elektronik

Kelebihan

- Biaya lebih sedikit dan lebih cepat dari wawancara tatap muka

- Bisa menjangkau daerah geografis yang luas
- Anomalitas lebih besar dibanding wawancara pribadi (tatap muka)

Kelemahan

- Isyarat non verbal tidak bisa dibaca
- Wawancara harus diusahakan singkat

3. Metode Kuesioner

Kuesioner adalah daftar pertanyaan tertulis yang telah disusun sebelumnya. Pertanyaan-pertanyaan yang terdapat dalam kuesioner, atau daftar pertanyaan tersebut cukup terperinci dan lengkap dan biasanya sudah menyediakan pilihan jawaban (kuesioner tertutup) atau memberikan kesempatan responden menjawab secara bebas (kuesioner terbuka).

Penyebaran kuesioner dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti penyerahan kuesioner secara pribadi, melalui surat, dan melalui email. Masing-masing cara ini memiliki kelebihan dan kelemahan, seperti kuesioner yang diserahkan secara pribadi dapat membangun hubungan dan memotivasi responden, lebih murah jika pemberiannya dilakukan langsung dalam satu kelompok, respon cukup tinggi. Namun kelemahannya adalah organisasi kemungkinan menolak memberikan waktu perusahaan untuk survey dengan kelompok karyawan yang dikumpulkan untuk tujuan tersebut.

2.7.3 Etika Pengumpulan Data

Beberapa isu etis yang harus diperhatikan ketika mengumpulkan data antara lain :

1. Memperlakukan informasi yang diberikan responden dengan memegang prinsip kerahasiaan dan menjaga pribadi responden merupakan salah satu tanggung jawab peneliti.
2. Peneliti tidak boleh mengemukakan hal yang tidak benar mengenai sifat penelitian kepada subjek. Dengan

demikian, peneliti harus menyampaikan tujuan dari penelitian kepada subjek dengan jelas.

3. Informasi pribadi atau yang terlihat mencampuri sebaiknya tidak ditanyakan, dan jika hal tersebut mutlak diperlukan untuk penelitian, maka penyampaian harus diungkapkan dengan kepekaan yang tinggi kepada responden, dan memberikan alasan spesifik mengapa informasi tersebut dibutuhkan untuk kepentingan penelitian.
4. Apapun sifat metode pengumpulan data, harga diri dan kehormatan subjek tidak boleh dilanggar
5. Tidak boleh ada paksaan kepada orang untuk merespon survei dan responden yang tidak mau berpartisipasi tetap harus dihormati.
6. Dalam studi lab, subjek harus diberitahukan sepenuhnya mengenai alasan eksperimen setelah mereka berpartisipasi dalam studi.
7. Subjek tidak boleh dihadapkan pada situasi yang mengancam mereka, baik secara fisik maupun mental.
8. Tidak boleh ada penyampaian yang salah atau distorsi dalam melaporkan data yang dikumpulkan selama studi.



BAB III METODOLOGI

3.1. Survey Lapangan dan Pengumpulan Data

Survey lapangan dan pengumpulan data akan dilakukan di mini CNG *plant* Cepu. Dengan data yang diambil meliputi kapasitas produksi mini CNG *plant*, kapasitas *supplier* yang mendukung kegiatan bisnis perusahaan, kapasitas truk untuk pendistribusian, jumlah truk yang digunakan, kapasitas permintaan konsumen terhadap CNG, waktu yang dibutuhkan untuk bongkar muat, waktu yang dibutuhkan untuk mendistribusikan CNG dari *plant* menuju konsumen, biaya operasional yang dikeluarkan untuk pendistribusian, serta rute pengiriman CNG. Pengumpulan data terkait pemilihan *supplier* dilakukan dengan mengirimkan data yang dibutuhkan kepada manager operasional yang bertugas di mini CNG plant tersebut. Data yang terdapat pada form data untuk membantu dalam pengerjaan penelitian ini adalah, daftar harga gas, kualitas gas, ketepatan waktu pengiriman gas, faktor subjektif, biaya transportasi yang dikeluarkan, kapasitas gas di setiap *supplier* dan setiap konsumen, dan terdapat nilai bobot yang diberikan oleh pihak perusahaan terhadap faktor-faktor subjektif yang ada dan juga terhadap parameter yang ada sebelumnya.

3.2. Pemilihan *Supplier*

Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini menggunakan metode yang sama dengan yang digunakan oleh Sadik Cokelez pada jurnal ilmiah yang berjudul *An Optimization Methodology for Selecting Suppliers in Purchasing Management for Improved Customer Service*. Dengan metode yang digunakan merupakan gabungan dari metode analisa keputusan, faktor pembobotan dan juga *linear program*.

Maksimal

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^4 W_v v_i x_{ij} + W I t_{ij} I t_{ij} x_{ij}$$

3. 1

Rumus di atas merupakan fungsi objektif yang digunakan dalam persamaan linear di perhitungan pemilihan *supplier* ini. Dimana fungsi tersebut adalah untuk memaksimalkan kapasitas gas yang dimiliki oleh tiga kandidat *supplier* yang ada untuk memenuhi kebutuhan dari empat konsumen yang ada.

Sebelum menggunakan rumusan fungsi objektif di atas, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan untuk mendapatkan nilai-nilai indeks yang berkaitan dengan kriteria dalam pemilihan *supplier* ini. Berikut merupakan tahapan dalam pemilihan *supplier* yang akan dilakukan dalam tugas akhir ini:

1. Tentukan perkiraan harga untuk setiap *supplier* diberbagai kondisi, dengan menggunakan analisa kemungkinan keputusan. Harga tiap *supplier* i , dinotasikan dengan p_i .
2. Tentukan nilai terendah dari p_i kemudian bagi nilai p_i terendah dengan setiap nilai p_i untuk mendapatkan indeks harga tiap *supplier*. *Supplier* yang proporsional adalah *supplier* dengan indeks nilai harga terendah.
3. Tentukan performa waktu pengiriman tiap *supplier* diberbagai kondisi dengan menggunakan analisa kemungkinan keputusan. Performa waktu pengiriman tiap *supplier* i , dinotasikan dengan o_i .
4. Tentukan nilai tertinggi dari o_i , kemudian bagi setiap nilai o_i dengan nilai tertinggi o_i untuk mendapatkan indeks waktu pengiriman untuk setiap *supplier*. *Supplier* yang memiliki nilai indeks waktu pengiriman terbaik merupakan *supplier* yang lebih baik.
5. Tentukan nilai kerusakan dari barang yang akan dikirimkan oleh tiap *supplier* dan notasikan dengan b_i .
6. Tentukan nilai indeks terendah dari nilai kerusakan barang b_i , kemudian nilai terendah b_i tersebut dibagi dengan setiap nilai b_i untuk mendapatkan indeks kualitas dari setiap *supplier*. *Supplier* yang memiliki indeks kualitas terendah, maka dapat dikatakan *supplier* tersebut lebih baik.

7. Menganalisa secara subjektif faktor-faktor yang relevan terhadap pemilihan *supplier*, menandai setiap faktor dengan bobot dan nilai untuk setiap faktor yang dimiliki oleh setiap *supplier* dan menggunakan teknik faktor rating untuk mendapatkan bobot nilai dari semua *supplier*. Bobot *supplier* dinotasikan dengan s_i .
8. Tentukan nilai tertinggi dari s_i dan bagi setiap s_i dengan nilai tertinggi s_i untuk mendapatkan indeks nilai subjektif. Semakin besar indeks s_i , maka semakin baik *supplier* tersebut.
9. Kalikan setiap nilai p_i , o_i , b_i , dan s_i dengan bobot nilai yang ada, kemudian jumlahkan setiap nilai i , dan dinotasikan dengan V_i untuk setiap *supplier*. Nilai yang termasuk di dalam V_i ini adalah harga barang, waktu pengiriman, kualitas dan penilaian subjektif. Semakin besar nilai V_i , maka *supplier* akan semakin baik.
10. Tentukan nilai t_{ij} , yang merupakan biaya yang digunakan untuk mentransportasikan barang dari *supplier* menuju konsumen.
11. Tentukan nilai t_{ij} terendah kemudian bagi nilai t_{ij} terendah dengan setiap nilai t_{ij} untuk mendapatkan indeks biaya transportasi. Semakin rendah indeks biaya transportasi maka semakin baik *supplier* tersebut.
12. Masukkan nilai V_i dan t_{ij} ke persamaan linear yang telah ada untuk mendapatkan hasil yang optimum terhadap *supplier* yang akan dipilih.

3.3. *Vendor Manage Inventory*

Setelah terpilihnya *supplier* dan konsumen mana saja yang akan didistribusikan oleh tiap *supplier*, langkah selanjutnya adalah dengan menentukan alur distribusi yang sesuai dengan permasalahan yang ada. Langkah yang pertama dilakukan adalah dengan menentukan rute yang memungkinkan untuk dilakukannya proses pendistribusian. Rute yang memungkinkan

didapatkan dari hasil pemilihan *supplier*. Berikut merupakan contoh dari rute yang memungkinkan.

Tabel 3. 1 Contoh Rute yang Memungkinkan

No.	Rute	d_{ij} (km)	Demand (MMSCFD)
1	A - 1 - A	164,6	0,25
2	A - 2 - A	169,8	0,5
3	A - 3 - A	612	0,15
4	A - 4 - A	372	0,15
5	A - 1 - 2 - A	170,1	0,75
6	A - 1 - 3 - A	648,3	0,4
7	A - 1 - 4 - A	461,3	0,4
8	A - 2 - 3 - A	649,9	0,65
9	A - 2 - 4 - A	463,9	0,65
10	A - 3 - 4 - A	728	0,3
11	A - 1 - 2 - 3 - A	650,2	0,9
12	A - 1 - 2 - 4 - A	530,2	0,9
13	A - 1 - 3 - 4 - A	764,3	0,55
14	A - 2 - 3 - 4 - A	765,9	0,8
15	A - 1 - 2 - 3 - 4 - A	723,2	1,05

Tabel 3.1 merupakan contoh rute yang memungkinkan untuk terbentuk dari suatu *supplier* yang dinotasikan dengan huruf A, menuju empat konsumen yang ada, yaitu konsumen 1,2,3 dan 4. Rute yang ada di atas tidak semuanya merupakan rute yang mungkin untuk dilakukan distribusi, harus dilakukan penyeleksian rute agar distribusi yang dilakukan dapat optimal. Batasan yang digunakan adalah kapasitas truk yang akan digunakan dalam pengangkutan gas tersebut menuju konsumen dan juga batasan waktu dalam melakukan distribusi. Sehingga dengan batasan tersebut akan didapatkan rute-rute mana saja yang mungkin untuk dilakukan distribusi.

Pemodelan matematis yang digunakan dalam menentukan rute dan jumlah kendaraan adalah sebagai berikut

Minimize

$$\sum_{r:r \in R} \sum_{k=1}^2 c_r^k z_r^k + M_k c_k \quad 3.2$$

Dengan c_r merupakan biaya optimal yang digunakan untuk melakukan pendistribusian melalui rute r yang telah ditentukan sebelumnya, z_r merupakan variable yang menyatakan banyak perjalanan yang dilakukan oleh kendaraan dalam kurun waktu T tertentu, kemudian M_k merupakan konstanta dimana M_k menunjukkan jumlah kendaraan tipe k yang terpilih, dan c_k merupakan harga dari truk k yang digunakan dalam pendistribusian. Fungsi objektif dari pemodelan ini adalah dengan mendapatkan biaya paling minimum yang digunakan untuk melakukan pendistribusian menuju konsumen sejumlah dengan banyaknya perjalanan yang dilakukan dengan tipe kendaraan yang terpilih.

Batasan yang digunakan untuk memecahkan permasalahan distribusi ini adalah sebagai berikut

$$\sum_{i:i \in r} y_{ir} \leq \min(M_k Q_k, \sum_{i:i \in r} C_i) z_r \quad \forall r \in R \quad 3.3$$

$$y_{ir} \leq \min(M_k Q_k, C_i) z_r \quad \forall i \in r \quad \forall r \in R \quad 3.4$$

$$\sum_{r:i \in r} y_{ir} = T U_i \quad \forall i \quad 3.5$$

$$z_r = \text{integer} \quad 3.6$$

$$M_k = \text{integer} \quad 3.7$$

$$y_{ir} \geq 0 \quad 3.8$$

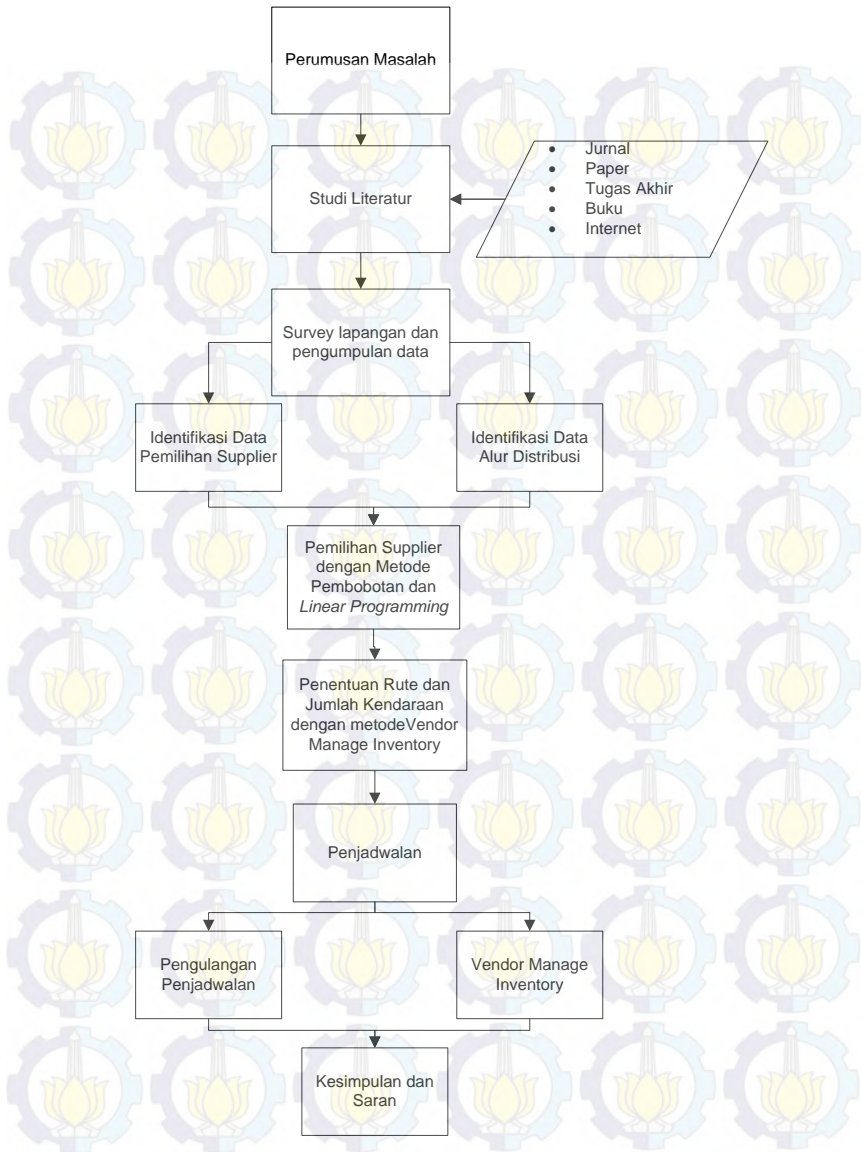
Dimana maksud dari batasan pertama adalah total volume yang akan dikirimkan dengan rute r pada periode perencanaan kurang dari atau sama dengan jumlah kapasitas minimum dari kendaraan tipe k dan dikalikan dengan banyaknya jumlah perjalanan yang dilakukan oleh setiap kendaraan pada rute r yang telah ditentukan serta kapasitas penyimpanan maksimal yang dimiliki oleh konsumen.

Batasan yang kedua menjelaskan mengenai perusahaan tidak akan mengirimkan sejumlah barang (dalam hal ini gas) kepada konsumen dengan kapasitas melebihi jumlah kapasitas kendaraan k dan banyaknya perjalanan yang dilakukan pada rute r serta kapasitas penyimpanan maksimal yang dimiliki oleh konsumen.

Batasan ketiga adalah total volume yang dikirimkan oleh perusahaan supplier haruslah sama dengan jumlah pemakaian yang dilakukan oleh konsumen pada jangka waktu T tertentu. Nilai dari banyaknya jumlah perjalanan z_r merupakan nilai yang integer, dan jumlah dari kapasitas gas yang dikirimkan menuju konsumen adalah lebih besar atau sama dengan nol.

3.4. Kesimpulan dan Saran

Langkah terakhir adalah membuat kesimpulan dari keseluruhan proses yang telah dilakukan sebelumnya serta memberikan jawaban atas permasalahan yang ada. Selanjutnya setelah membuat kesimpulan adalah memberikan saran berdasarkan hasil analisa untuk dijadikan dasar pada penelitian selanjutnya, baik terkait secara langsung pada skripsi ini ataupun pada data-data dan metodologi yang nantinya akan direferensi.



Gambar 3. 1 Metodologi Penelitian



BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Hal utama yang diperlukan untuk melakukan optimasi dalam pemilihan *supplier* dan penentuan jumlah adalah mengetahui data-data yang diperlukan untuk dilakukan analisa lebih lanjut. Adapun data-data yang digunakan untuk menganalisa permasalahan pada tugas akhir ini akan dibahas lebih lanjut di bawah ini.

4.1 Identifikasi Data

Untuk dapat memenuhi tujuan akhir dari penelitian yang dilakukan ini, dibutuhkan data pendukung penelitian. Berikut merupakan data-data yang digunakan untuk mendukung penelitian ini.

4.1.1 Identifikasi Demand

Pada pembahasan tugas akhir ini data yang digunakan berasal dari mini CNG *plant* yang terletak di Cepu. Pada kasus ini, mini CNG *plant* melayani beberapa konsumen yang tersebar di sekitar Jawa Tengah. Adapun rincian dari jumlah permintaan terhadap CNG oleh konsumen terdapat pada Tabel 4.1 di bawah ini:

Tabel 4. 1 Jumlah Permintaan CNG

Konsumen	Kota/Kabupaten	Jumlah Permintaan (MMSCFD)
PT. GFA	Pati	0,25
PT. GFK	Pati	0,5
PT.TTJI	Tegal	0,15
ASF	Jogjakarta	0,15

Sumber: Mini CNG plant, Blora, 2014

Dari Tabel 4.1 di atas diketahui bahwa jumlah konsumen yang membutuhkan CNG dari mini CNG *Plant* ini terdiri atas PT. GFK dan GFA yang terletak di Pati, perusahaan PT.TTJI yang

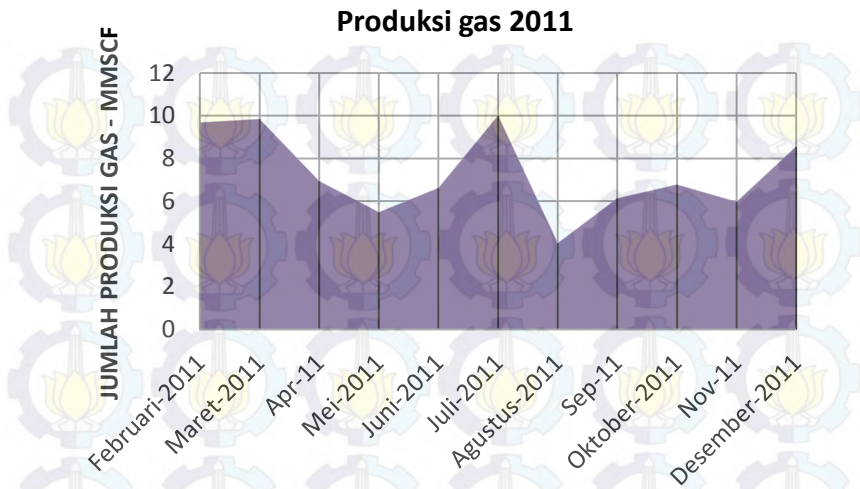
terletak di Tegal, dan PT. ASF yang terletak di Jogjakarta. Dengan jumlah permintaan yang bervariasi. Pada perusahaan PT. GFK dan GFA, masing-masing membutuhkan sejumlah 0,5 MMSCF dan 0,25 MMSCFD per harinya. Perusahaan PT.TTJI membutuhkan 0,15 MMSCF per hari dan PT. ASF membutuhkan sejumlah 0,15 MMSCF gas CNG per hari.

Namun salah satu konsumen yaitu PT. GFK, memiliki jumlah permintaan akan gas yang cenderung fluktuatif di beberapa waktu, dikarenakan jumlah bahan baku yang juga tersedia di pabrik tersebut. Bila jumlah bahan baku yang terdapat di pabrik tersebut meningkat seiring dengan masa panen dari bahan baku, maka permintaan akan CNG akan semakin besar pula, sehingga dengan keadaan yang demikian, perusahaan mini CNG *plant* akan meminta *supplier* lain untuk mendistribusikan CNG menuju pabrik tersebut.

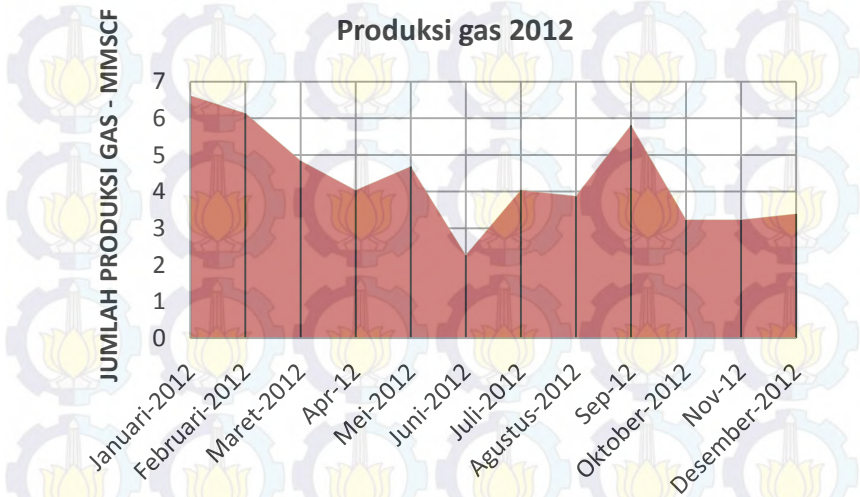
4.1.2 Identifikasi Produksi Mother Station

Jumlah produksi yang dihasilkan oleh mini CNG *Plant* dalam kasus ini merupakan *mother station* dari CNG, cukup fluktuatif di setiap bulannya bahkan cenderung menurun untuk kondisi per tahunnya. Hal ini dikarenakan jumlah dari pasokan gas yang didapatkan oleh mini CNG *Plant* ini sangat bergantung pada pasokan gas buang dari salah satu perusahaan pengolahan minyak. Karena gas yang dimanfaatkan oleh perusahaan mini CNG *plant* ini merupakan gas buang (*flare gas*) dari hasil pengeboran sumber minyak di beberapa sumber pengeboran, sehingga jumlah produksi gas yang dimiliki bergantung pada jumlah minyak yang terdapat pada sumber minyak tersebut.

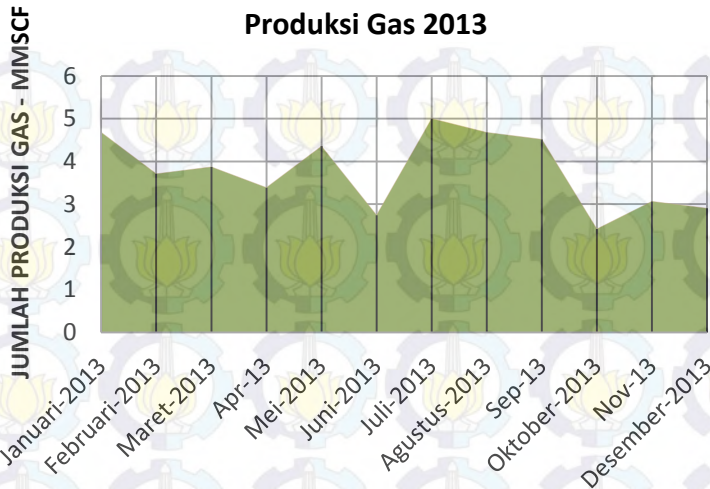
Pada gambar grafik 4.1, 4.2, 4.3 dibawah ini merupakan rekap data jumlah produksi CNG yang diproduksi selama tahun 2011-2013 yang didapatkan dari Mini CNG *plant*, Blora, 2014 mini CNG *plant*.



Gambar 4. 1 Grafik Jumlah Produksi Gas Tahun 2011



Gambar 4. 2 Grafik Jumlah Produksi Gas Tahun 2012



Gambar 4. 3 Grafik Jumlah Produksi Gas Tahun 2013

Berdasarkan Gambar 4.1, Gambar 4.2, Gambar 4.3 diketahui bahwa jumlah dari produksi gas yang dihasilkan oleh mini CNG *plant* teruslah mengalami penurunan. Dimana pada tahun 2011, nilai produksi tertinggi dari CNG yang dapat dihasilkan hingga mencapai 10 MMSCF, sedangkan di tahun 2012 nilai produksi tertinggi dari CNG di *plant* ini adalah 6,6 MMSCF, dan terus mengalami penurunan hingga tahun 2013 nilai tertinggi dari produksi CNG yang ada adalah 5 MMSCF. Dengan keadaan seperti ini, perusahaan membutuhkan pasokan gas dari perusahaan lain untuk tetap dapat memenuhi permintaan dari konsumen.

Berdasarkan kondisi produksi gas di atas, diketahui bahwa PT. Mini CNG plant, Blora membutuhkan pasokan dengan beberapa skenario yaitu,

- a. *High demand* (S1), merupakan kondisi dimana PT. Mini CNG plant, Blora membutuhkan pasokan gas yang tinggi untuk mencukupi permintaan konsumen. Kondisi ini,

terjadi dimana pasokan gas yang dimiliki oleh PT. Mini CNG plant, Blora mencapai $< 10\%$ *supply* yang dimiliki.

- b. *Medium demand* (S2), merupakan kondisi dimana PT. Mini CNG plant, Blora membutuhkan pasokan gas yang sedang untuk mencukupi permintaan konsumen. Kondisi ini, terjadi dimana pasokan gas yang dimiliki oleh PT. Mini CNG plant, Blora mencapai $60\% < x < 100\%$ *supply* yang dimiliki.
- c. *Low demand* (S3), Merupakan kondisi dimana PT. Mini CNG plant, Blora membutuhkan pasokan gas yang rendah (sedikit) untuk mencukupi permintaan konsumen. Kondisi ini, terjadi dimana pasokan gas yang dimiliki oleh PT. Mini CNG plant, Blora mencapai $80\% < x < 100\%$ *supply* yang dimiliki.

4.1.3 Identifikasi Supplier

Berdasarkan kondisi perusahaan saat ini, yang memiliki jumlah produksi yang cenderung menurun setiap tahunnya, tentu saja sangat dibutuhkan bantuan dari *supplier* untuk dapat memasok jumlah CNG untuk memenuhi permintaan dari konsumen yang selalu ada. Berikut merupakan daftar *supplier* yang selama ini telah membantu perusahaan mini CNG plant ini dalam memasok CNG menuju konsumen.

1. PT. CNG Plant, Gresik.

PT. CNG Plant, Gresik merupakan perusahaan yang bergerak dibidang produksi CNG yang terletak di Kota Gresik, asal gas yang didapatkan oleh PT. PT. CNG Plant, Gresik didapatkan dari jaringan gas PGN (Perusahaan Gas Negara) dan Kodeco. Jumlah gas yang dapat dipenuhi guna didistribusikan untuk memenuhi permintaan kepada mini CNG plant, Blora terhadap konsumen sejumlah 0,5 MMSCFD, dengan harga jual untuk setiap MMBTU nya adalah 11 USD/MMBTU. Sedangkan kapasitas maksimal yang dimiliki oleh PT. CNG Plant, Gresik ini adalah 5 MMSCFD.

2. PT. CNG Plant, Sidoarjo.

PT. CNG Plant, Sidoarjo merupakan perusahaan CNG yang berada di Kabupaten Sidoarjo. Jumlah gas yang dapat dipenuhi guna didistribusikan untuk memenuhi permintaan kepada mini CNG *plant*, Blora terhadap konsumen sejumlah 0,5 MMSCFD, dengan harga jual untuk setiap MMBTU nya adalah 12,5 USD/MMBTU. Sedangkan kapasitas maksimal yang dimiliki oleh PT. CNG Plant, Sidoarjo ini adalah 4 MMSCFD. PT. CNG Plant, Sidoarjo mendapatkan pasokan gas dari PT. Lapindo dan juga PT. PGN, dimana kapasitas gas yang dimiliki oleh PT. Lapindo tengah mengalami penurunan kapasitas produksi.

3. PT. CNG Plant, Pasuruan.

PT. CNG Plant, Pasuruan yang terletak di kabupaten Pasuruan. Jumlah gas yang dapat dipenuhi guna didistribusikan untuk memenuhi permintaan kepada mini CNG *plant*, Blora terhadap konsumen sejumlah 0,5 MMSCFD, dengan harga jual untuk setiap MMBTU nya adalah 12,85 USD/MMBTU. Gas yang dimiliki oleh PT. CNG Plant, Pasuruan berasal dari pipa gas milik PGN, yang dialirkan melalui jaringan perpipaan menuju PT. CNG Plant, Pasuruan.

Tabel 4.2 merupakan daftar harga yang dimiliki oleh setiap *supplier* terhadap beberapa kondisi pasokan gas yang tersedia, yaitu pada kondisi *High Demand*, *Medium Demand*, dan *Low Demand*.

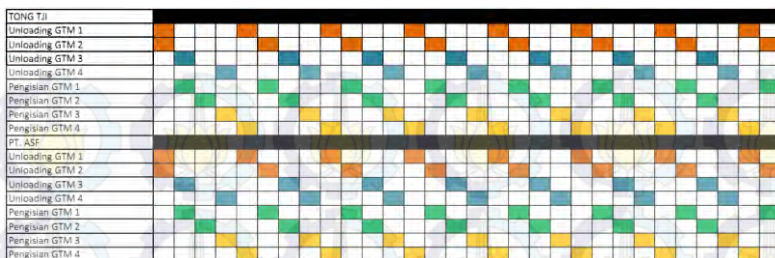
Tabel 4. 2 Daftar Harga Gas

USD/MMBTU	<i>High Demand</i> (S1)	<i>Medium Demand</i> (S2)	<i>Low Demand</i> (S3)
PT. CNG Plant, Gresik	11,40	11,60	11,80
PT. CNG Plant, Sidoarjo	12,50	12,50	12,50
PT. CNG Plant, Pasuruan	12,85	12,85	12,85

Sumber: Mini CNG plant, Blora, 2014

Berikut merupakan penjadwalan satu bulan untuk skenario 1 yang telah dilakukan.

[illegible]



Gambar 4. 22 Penjadwalan Satu Bulan Skenario 1

Berdasarkan Gambar 4. 22 di atas, kolom 1 menunjukkan kegiatan apa saja yang dilakukan oleh GTM dalam jangka waktu satu bulan, yaitu terdiri atas *unloading* GTM yang bertempat di konsumen, selanjutnya adalah pengisian GTM yang bertempat di PT. Mini CNG plant, Blora. Kemudian dibagi atas tiap konsumen yang ada, sehingga penjadwalan ini merangkum pendistribusian yang dilakukan oleh PT. Mini CNG plant, Blora menuju keseluruhan konsumen yang dilayani.

Kolom-kolom berikutnya merupakan tanggal yang diplotkan selama 30 hari untuk menciptakan banyak waktu selama satu bulan, yang dipisahkan berdasarkan minggu.

Tujuan dari dibuatnya penjadwalan selama satu bulan ini adalah agar perusahaan dapat mengetahui tanggal berapa harus mengirimkan GTM menuju konsumen berdasarkan pada laju konsumsi GTM seperti hasil optimasi yang telah dilakukan sebelumnya.

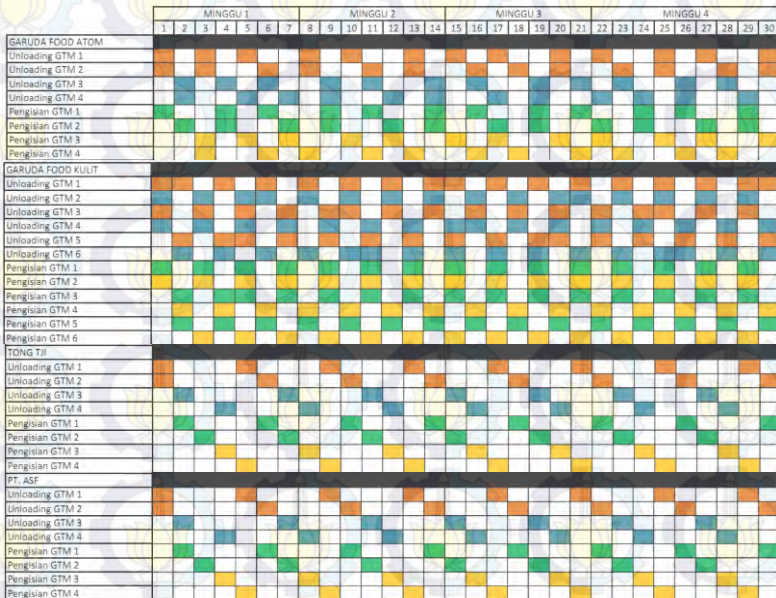
Berdasarkan penjadwalan satu bulan yang telah dibuat maka didapatkan banyaknya pendistribusian yang dilakukan PT. Mini CNG plant, Blora menuju masing-masing konsumen. Sehingga didapatkan jumlah pendistribusian GTM menuju konsumen 1 yaitu GFA sejumlah 50 GTM dengan rincian seperti yang ada pada Tabel 4. 53 di bawah ini, jumlah GTM untuk menuju konsumen 2 yaitu GFK sejumlah 108 GTM, konsumen 3 yaitu TTJI sejumlah 32 GTM, dan PT ASF juga memiliki jumlah pendistribusian sebanyak 32 GTM untuk waktu satu bulan.

Berikut merupakan rangkuman dari jumlah pendistribusian yang dilakukan dalam waktu satu bulan.

Tabel 4. 53 Banyak Pendistribusian dengan cara Replikasi yang Dilakukan dalam waktu Satu Bulan Skenario 1

Rute	GTM 1	z_r^1	GTM 2	z_r^2	Fungsi Objektif
A - 1 - A	2	13	2	12	\$1.813.850,9
A - 2 - A	6	18	0	0	\$2.909.931,3
A - 3 - A	2	8	2	8	\$1.814.098,1
A - 4 - A	2	8	2	8	\$1.812.836,1

Penjadwalan satu bulan untuk skenario kedua yaitu skenario dimana PT. Mini CNG plant, Blora mendapatkan bantuan dari supplier CNG PLANT, GRESIK dan CNG PLANT, PASURUAN untuk mendistribusikan CNG menuju konsumen, adalah sebagai berikut



Gambar 4. 23 Penjadwalan Satu Bulan Skenario 2

Pada penjadwalan satu bulan skenario 2 ini, profil pengiriman tidaklah jauh berbeda dengan penjadwalan satu bulan yang dimiliki oleh skenario 1, dimana hal ini dikarenakan oleh jumlah GTM yang dimiliki oleh skenario 1 dan skenario 2 tidaklah jauh berbeda. Namun juga terdapat perbedaan di penjadwalan yang ada ini, dimana terdapat 1 sampai 2 GTM yang berada lebih cepat di konsumen dibandingkan dengan skenario 1, hal ini disebabkan oleh lamanya waktu pengisian GTM yang dilakukan oleh supplier CNG Plant, Gresik dan CNG Plant, Pasuruan jauh lebih cepat dibandingkan dengan PT. Mini CNG plant, Blora. Berikut merupakan rangkuman jumlah GTM yang akan didistribusikan dalam jangka waktu satu bulan berdasarkan skenario 2.

Tabel 4. 54 Banyak Pendistribusian dengan cara Replikasi yang Dilakukan selama Satu Bulan pada Skenario 2

Rute	GTM 1	z_r^1	GTM 2	z_r^2	Fungsi Objektif
B – 1 – B	2	13	2	12	\$1.816.479,9
A – 2 – A*	1	17	1	16	\$912.470,01
B – 2 – B	1	16	1	16	\$913.461,09
C – 2 – C	1	16	1	16	\$912.675,38
C – 3 – C	2	8	2	8	\$1.816.679,2
C – 4 – C	2	8	2	8	\$1.814.544,3

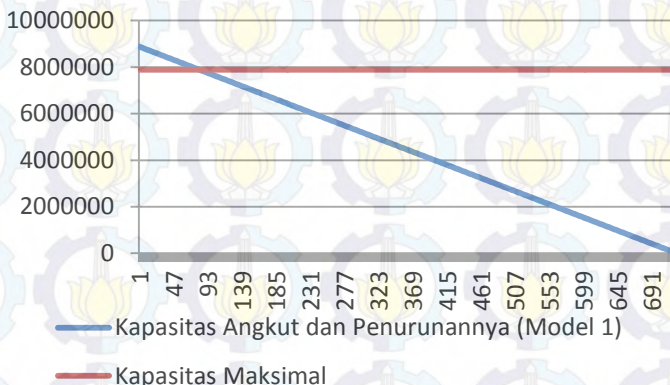
Dari hasil GTM yang dibutuhkan untuk mendistribusikan CNG menuju konsumen 2 dalam jangka waktu satu bulan, menunjukkan bahwa dengan skenario 2 yang dilakukan dengan komposisi GTM terdiri atas dua jenis memiliki lebih sedikit jumlah pendistribusian GTM menuju konsumen 2 yaitu hanya 97 kali pendistribusian sedangkan dengan menggunakan skenario 1 jumlah pendistribusian yang dilakukan dengan hanya memiliki satu jenis GTM adalah 108 kali. Hal ini disebabkan oleh jumlah volume yang dimiliki oleh GTM tipe 2 yang digunakan pada skenario 2 memiliki jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan GTM tipe 1 yang berimplikasi pada waktu yang

digunakan juga lebih lama untuk bongkar muat dibandingkan dengan bongkar muat yang dilakukan oleh GTM 1.

Pendistribusian yang dilakukan dengan menggunakan metode replikasi jadwal menghasilkan profil besar kapasitas CNG yang didistribusikan dibandingkan dengan kapasitas maksimal yang dibutuhkan oleh konsumen 1 ditunjukkan oleh Gambar 4. 23.

Berdasarkan Gambar 4. 24, terlihat bahwa jumlah CNG yang didistribusikan melebihi jumlah permintaan yang dimiliki oleh konsumen, tentu saja hal ini tidaklah optimal untuk keberlangsungan suatu perusahaan. Dimana dengan keadaan seperti ini perusahaan dapat kehilangan keuntungan yang dapat dimilikinya, karena melakukan sejumlah distribusi yang tidak perlu, sehingga dapat menaikkan biaya operasional yang harus dikeluarkan oleh perusahaan.

Perbandingan Kapasitas Angkut dengan Kapasitas Maksimal yang dibutuhkan A - 1 - A (Model 1)



Gambar 4. 24 Grafik Perbandingan Kapasitas Angkut dengan Kapasitas Maksimal yang Dibutuhkan A - 1 - A (Model 1)

Setelah melakukan penjadwalan secara manual dengan mengacu pada hasil optimasi selama satu minggu untuk diaplikasikan dalam jangka waktu lebih panjang yaitu satu bulan, didapatkan jumlah GTM yang digunakan untuk pendistribusian seperti pada tabel di atas. Kemudian hasil tersebut akan dibandingkan dengan hasil yang dilakukan dengan menggunakan metode VMI dengan menggunakan batasan waktu yang lebih panjang yaitu 30 hari. Cara untuk melakukan optimasi distribusi adalah sama dengan optimasi yang dilakukan untuk jangka waktu satu minggu.

Hasil optimasi yang dilakukan dalam jangka waktu satu bulan dengan menggunakan metode VMI dapat dilihat pada tabel di bawah ini

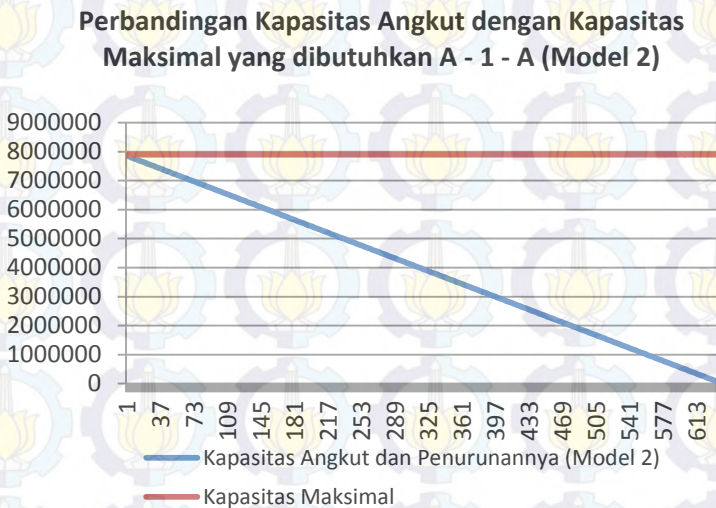
Tabel 4. 55 Banyak Pendistribusian yang Dilakukan dengan cara Optimasi untuk Waktu Sebulan pada Skenario 1

Rute	GTM 1	z_r^1	GTM 2	z_r^2	Fungsi Objektif
A - 1 - A	1	10	2	16	\$1.331.652,2
A - 2 - A	1	3	4	19	\$2.182.009,8
A - 3 - A	1	6	2	10	\$1.331.493,1
A - 4 - A	1	6	2	10	\$1.330.452,7

Hasil yang ditunjukkan dengan menggunakan metode VMI ini menunjukkan hasil yang berbeda dengan hasil yang ditunjukkan oleh cara penjadwalan yang dilakukan dengan cara replikasi dari hasil optimasi dalam jangka waktu satu minggu. Jumlah pendistribusian yang dihasilkan dengan menggunakan metode VMI menunjukkan jumlah pendistribusian yang lebih sedikit untuk dapat memenuhi jumlah permintaan yang dibutuhkan oleh konsumen. Sebagai contoh pada Rute A – 1 – A, dengan menggunakan metode replikasi penjadwalan jumlah pendistribusian yang dilakukan adalah 50 GTM, sedangkan dengan menggunakan metode VMI untuk waktu satu bulan, jumlah pendistribusian yang dilakukan hanyalah 42 GTM. Untuk Rute A – 3 – A memiliki jumlah 32 GTM dengan menggunakan

cara replikasi jadwal, kemudian dengan menggunakan metode VMI didapatkan hasil 26 GTM.

Hasil optimasi yang didapatkan melalui pengoptimasian dengan menggunakan metode VMI untuk contoh kasus pendistribusian menuju konsumen 1 dapat digambarkan melalui grafik kapasitas di bawah ini.



Gambar 4. 25 Perbandingan Kapasitas Angkut dengan Kapasitas Maksimal yang Dibutuhkan A - 1 - A (Model 2)

Pada Gambar 4. 25 di atas, terlihat bahwa tidak ada kelebihan kapasitas yang signifikan, yang didistribusikan oleh perusahaan menuju konsumen, sehingga jumlah gas yang didistribusikan tepat dengan kapasitas yang diperlukan oleh konsumen dalam jangka waktu satu bulan. Dari grafik di atas terlihat bahwa dengan menggunakan metode VMI, hasil yang didapatkan akan lebih optimal. Perusahaan tidak akan mengeluarkan biaya tambahan untuk melakukan kegiatan operasional yang tidak dibutuhkan.

Tabel 4. 56 Banyak Pendistribusian yang Dilakukan dengan cara Optimasi untuk Waktu Sebulan pada Skenario 2

Rute	GTM 1	z_r^1	GTM 2	z_r^2	Fungsi Objektif
B – 1 – B	1	21	1	23	\$914.509,42
A – 2 – A*	1	12	1	15	\$910.206
B – 2 – B	1	11	1	31	\$917.706,2
C – 2 – C	0	0	1	25	\$429.961,31
C – 3 – C	1	1	2	12	\$1.333.138
C – 4 – C	1	12	1	15	\$912.280,31

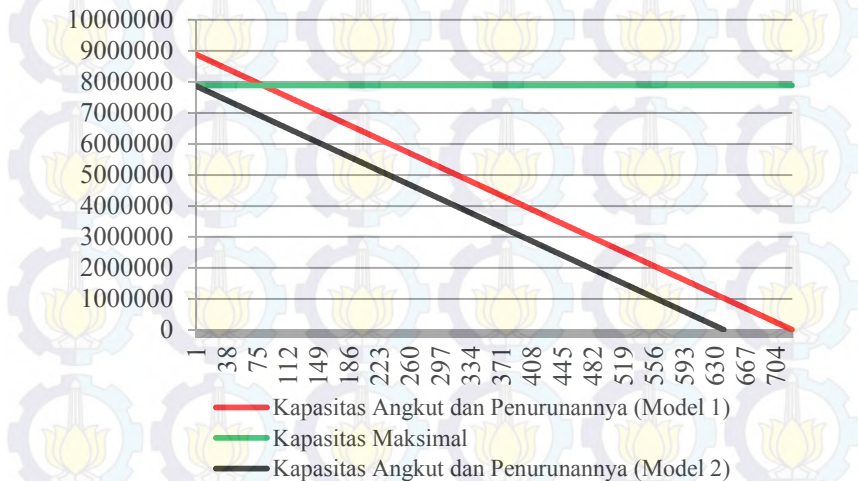
Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh skenario 2, dimana banyak pendistribusian yang dilakukan oleh metode VMI lebih sedikit dibandingkan dengan metode replikasi penjadwalan yang telah dilakukan sebelumnya.

Berdasarkan hasil yang didapatkan dengan menggunakan metode VMI untuk skenario 1 dan skenario 2, didapatkan hasil yang berbeda untuk jumlah GTM dan jumlah perjalanan distribusi yang dilakukan oleh supplier yang menuju ke konsumen yang sama. Berbeda halnya dengan hasil yang ditunjukkan oleh metode replikasi penjadwalan di atas, dimana banyak GTM dan jumlah perjalanan pendistribusian yang dilakukan untuk menuju konsumen yang sama menunjukkan hasil yang sama.

4.4.4.3. Analisa Perbandingan Model Replikasi Jadwal dan VMI

Perbandingan antara penggunaan Model 1 yaitu dengan replikasi penjadwalan dengan Model 2 yaitu dengan metode VMI dapat terlihat pada gambar-gambar di bawah ini. Gambar 4.20 merupakan perbandingan kapasitas pada contoh Rute A – 1 – A dengan menggunakan Model 1 dan Model 2.

Perbandingan Kapasitas A - 1 - A Model 1 dan 2



Gambar 4. 26 Perbandingan Kapasitas Model 1 dan 2

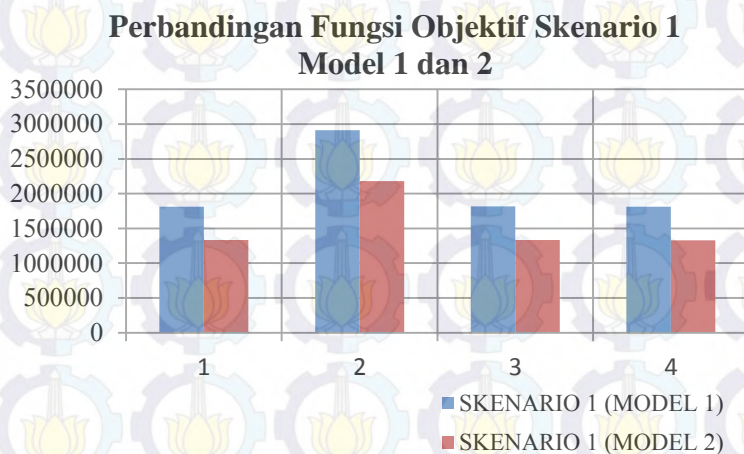
Berdasarkan Gambar 4.26 di atas yaitu contoh perbandingan kapasitas untuk Rute A – 1 – A, terlihat bahwa jumlah kapasitas CNG yang didistribusikan dengan menggunakan Model 1 melebihi kapasitas maksimal yang dibutuhkan oleh konsumen, sehingga dengan terjadi hal tersebut akan berdampak kurang baik pada keuangan yang ada diperusahaan mini CNG plant, dikarenakan perusahaan akan membayar biaya lebih untuk melakukan kegiatan yang tidak sesuai dengan target yang ada.

Berbeda halnya bila penjadwalan distribusi dilakukan dengan menggunakan metode VMI (Model 2), didapatkan hasil yang optimal untuk pemenuhan kapasitas yang dibutuhkan oleh konsumen dalam jangka waktu satu bulan pendistribusian.

Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode VMI, jumlah kapasitas CNG yang akan didistribusikan menuju konsumen menunjukkan hasil yang

optimal sesuai dengan kebutuhan yang dimiliki oleh konsumen, dan konsumen tidak mengalami kekurangan jumlah pasokan CNG yang didapat dari supplier.

Gambar 4. 21 di bawah ini merupakan perbandingan biaya objektif yang dihasilkan dengan menggunakan kedua metode yang ada.

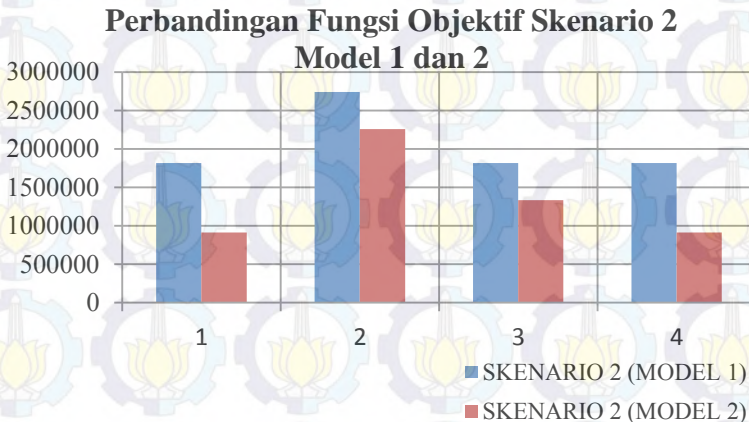


Gambar 4. 27 Grafik Perbandingan Fungsi Objektif Skenario 1

Berdasarkan grafik di atas dimana fungsi objektif yang ada merupakan fungsi objektif dari tiap distribusi yang dilakukan menuju keempat konsumen yang ada berdasarkan skenario 1. Terlihat bahwa dengan menggunakan Model 1, fungsi objektif yang merupakan biaya operasional dijumlahkan dengan biaya pengadaan truk memiliki jumlah yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan metode VMI (Model 2). Tentunya model 1 tidaklah memberikan keuntungan bila diaplikasikan.

Perbandingan biaya objektif yang didapatkan oleh skenario 2 dimana pendistribusian dilakukan dengan menggunakan bantuan dari supplier lainnya, tidaklah mengalami hal yang berbeda dengan biaya objektif yang ada di skenario 1 sebelumnya.

Dimana dengan menggunakan Model 1 akan lebih banyak biaya yang dihabiskan oleh perusahaan guna mendistribusikan CNG menuju konsumen. Grafik perbandingan fungsi objektif dapat dilihat pada Gambar 4. 28 di bawah ini.



Gambar 4. 28 Grafik Perbandingan Fungsi Objektif Skenario 2 Model 1 dan 2

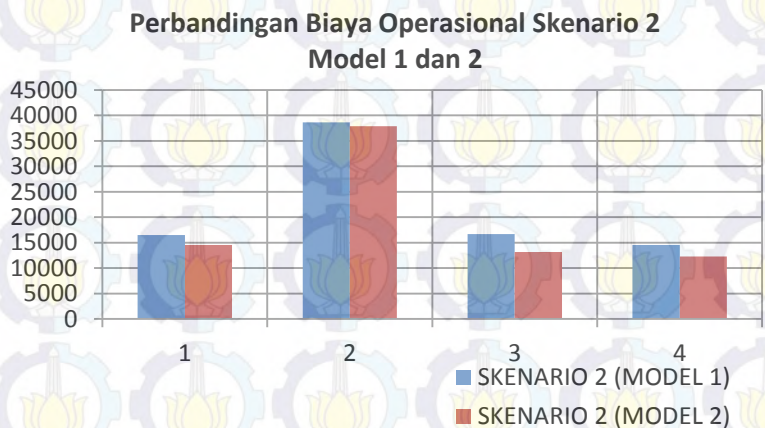
Dari perbandingan fungsi objektif di atas, dimana fungsi objektif merupakan penjumlahan dari biaya operasional dan biaya investasi untuk pembelian sejumlah truk yang dibutuhkan oleh supplier untuk melakukan pendistribusian, dapat diketahui pula bagaimana besar perbandingan yang terjadi di antara Model 1 dan Model 2 dalam hal biaya operasional yang dilakukan dalam jangka waktu satu bulan.

Besar biaya operasional yang dimiliki oleh Model 1 memiliki hasil yang lebih besar dibandingkan dengan biaya operasional yang dilakukan oleh Model 2. Hal ini tentu saja berkaitan dengan besarnya fungsi objektif yang terjadi dan juga besarnya kapasitas yang didistribusikan melebihi kapasitas maksimal yang dibutuhkan oleh konsumen per harinya. Grafik yang

menggambarkan perbandingan biaya operasional antara Model 1 dan Model 2 terlihat pada Gambar 4.29 dan 4.30 di bawah ini.

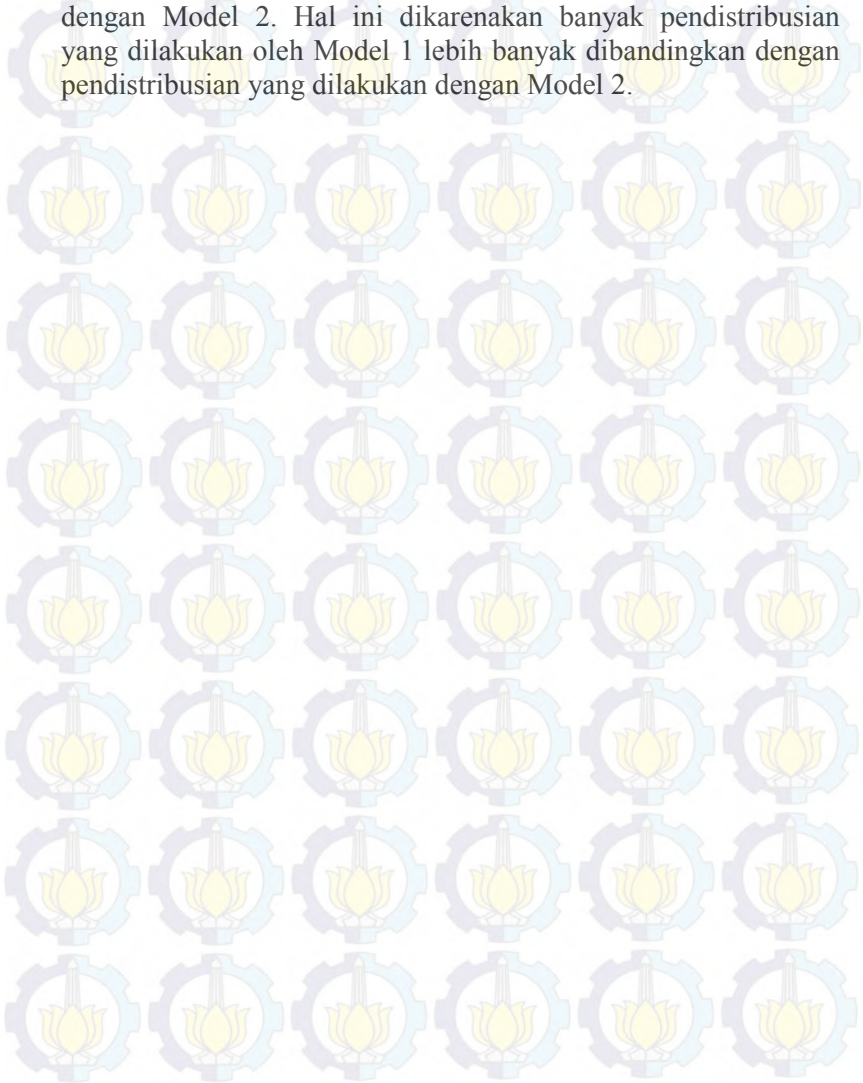


Gambar 4. 29 Grafik Perbandingan Biaya Operasional Skenario 1
Model 1 dan 2



Gambar 4. 30 Grafik Perbandingan Biaya Operasional Skenario 2
Model 1 dan 2

Dari kedua grafik yang ada, terlihat bahwa jumlah biaya operasional yang dimiliki oleh Model 1 lebih besar dibandingkan dengan Model 2. Hal ini dikarenakan banyak pendistribusian yang dilakukan oleh Model 1 lebih banyak dibandingkan dengan pendistribusian yang dilakukan dengan Model 2.





Berdasarkan harga gas yang ada di Tabel 4.2, *supplier* PT. CNG Plant, Gresik memiliki harga gas yang lebih murah dibandingkan dengan *supplier* lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa *supplier* PT. CNG Plant, Gresik memiliki poin yang lebih baik dari *supplier* lainnya dipoin harga gas, karena semakin rendah harga gas yang ditawarkan oleh *supplier*, dapat memberikan profit yang lebih besar bagi perusahaan.

4.1.3.1. Kualitas Gas

Kualitas gas yang dimiliki oleh setiap perusahaan gas tentunya berbeda-beda. Berdasarkan (Energy Charter, 2004) kualitas dari gas alam dapat ditentukan dari hal-hal berikut ini:

1. *Gross calorific value* (GCV) yang merupakan jumlah kalor yang digunakan untuk pembakaran yang terkandung didalam kandungan gas alam. Satuan internasional untuk kalor yang terkandung ini adalah Million Joule (MJ) per cubic metre of natural gas atau dengan menggunakan satuan yang telah digunakan secara umum yaitu British thermal unit (BTU), KWh, atau kalori.
2. *The Wobbe Indeks* (WI) merupakan perbandingan ukuran dari total energi yang disalurkan menuju mesin pembakar melalui injector, namun tidak dapat disamakan dengan heat input. Ini merupakan sebuah indicator dari kecocokan antara pasokan gas alam dan burnernya. Peralatan gas dan burnernya secara normal didesain dan disertifikasi untuk beroperasi sesuai dengan spesifikasi kualitas gas. Rumus dari wobbe indeks adalah sebagai berikut

$$WI = \frac{GCV}{\sqrt{d}} \quad 4.1$$

Dimana GCV merupakan *gross caloric value*, sedangkan d adalah masa jenis relatif gas alam dibandingkan dengan udara. Satuan yang digunakan untuk Wobbe Index adalah MJ/m³ gas.

3. Titik pengembunan gas alam menjadi fase cair.
4. Titik pengembunan gas alam menjadi hidrokarbon.
5. Kandungan karbondioksida di dalam kandungan gas alam.

6. Total kandungan sulphur di dalam kandungan gas alam.
7. Kandungan hidrogen sulfat dan karbonil sulfat di dalam kandungan gas alam.
8. Kandungan oksigen di dalam kandungan gas.
9. Asal dari gas tersebut juga dapat menentukan kualitas dari gas alam tersebut. Gas alam yang berasal dari kondensat sumur gas memiliki nilai metana yang lebih tinggi dibandingkan dengan gas yang berada dari sumur gas (*dry gas*) dan juga gas yang berasal dari sumur minyak (*wet gas*), hal ini seperti yang dilansir oleh (Foss, 2004).

Kualitas gas yang dimiliki oleh suatu perusahaan dapat digunakan sebagai salah satu parameter untuk menentukan harga jual, karena semakin bagus kualitas gas yang dimiliki, harga jualnya akan cenderung mahal. Berikut merupakan persentase gas rusak sampai ke konsumen berdasarkan rekap perusahaan terhadap tiap *supplier*.

Tabel 4. 3 Persentase Gas Rusak

<i>Supplier</i>	Persentase
PT. CNG PLANT, GRESIK	6,4 %
PT. CNG PLANT, SIDOARJO	12,5 %
PT. CNG PLANT, PASURUAN	8,6 %

Sumber: Mini CNG plant, Blora, 2014

Berdasarkan Tabel 4. 3 di atas diketahui bahwa kualitas gas terburuk dimiliki oleh *supplier* PT. CNG Plant, Sidoarjo dengan nilai persentase 12,5%. Sedangkan kualitas terbaik dimiliki oleh *supplier* PT. CNG Plant, Gresik dengan nilai persentase 8,6 %.

4.1.3.2. Biaya Transportasi

Dalam melakukan pendistribusian gas dari perusahaan maupun tiap *supplier*, tentunya memiliki biaya transportasi yang harus ditanggung oleh perusahaan, namun biaya transportasi ini biasanya dibebankan kepada konsumen melalui harga jual dari gas tersebut. Dalam kasus ini alat transportasi yang digunakan untuk melakukan proses distribusi ini adalah truk, yang artinya

melakukan distribusi dengan menggunakan jalur darat. Besar atau kecilnya biaya transportasi dapat dipengaruhi oleh:

1. Jarak pendistribusian dari *supplier* menuju konsumen.
2. Biaya operasional pendistribusian.
3. Harga sewa alat transportasi.

Berdasarkan hal tersebut, biaya transportasi yang dimiliki oleh setiap *supplier* menuju konsumen seperti Tabel 4.4. dibawah ini

Tabel 4. 4 Daftar Biaya Transportasi

	GFA	GFK	TTJI	ASF
PT. CNG PLANT, GRESIK	\$260	\$260	\$350	\$350
PT. CNG PLANT, SIDOARJO	\$300	\$300	\$365	\$360
PT. CNG PLANT, PASURUAN	\$310	\$310	\$380	\$385

Sumber: Mini CNG plant, Blora, 2014

Pada Tabel 4.4 di atas, diketahui bahwa besarnya biaya pendistribusian dari perusahaan PT. CNG Plant, Pasuruan menuju konsumen 310 USD memiliki biaya transportasi terbesar, hal tersebut dapat terjadi dikarenakan jarak dari perusahaan tersebut menuju konsumen lebih jauh dibandingkan dengan perusahaan lain, sehingga truk membutuhkan biaya operasional lebih banyak.

4.1.3.3. Kriteria Penilaian Subjektif Terhadap *Supplier*

Dalam proses pemilihan *supplier*, tentunya terdapat hal-hal yang bersifat subjektif yang berperan dalam proses pengambilan keputusan suatu perusahaan untuk memilih perusahaan lain yang akan diajak untuk melakukan kerjasama. Beberapa diantaranya adalah faktor subjektif untuk mempertimbangkan apakah *supplier* tersebut dapat melakukan kerja sama yang baik dengan perusahaan dalam waktu yang lama. Dalam permasalahan tugas akhir ini, terdapat beberapa faktor penilaian subjektif yang digunakan oleh pihak perusahaan sebagai bahan pertimbangan dari pemilihan *supplier* lain. Faktor penilaian subjektif tersebut tertera pada Tabel 4.5 dibawah ini

Tabel 4. 5 Faktor Penilaian Subjektif

No.	Faktor penilaian subjektif
1.	Ketersediaan Gas dalam jangka waktu lama
2.	Ketersediaan alat transportasi untuk membantu distribusi
3.	Potensi kerja sama untuk waktu lama
4.	Manajemen perusahaan
5.	Etika perusahaan
6.	Pelayanan setelah penjualan
7.	Jarak <i>supplier</i> menuju konsumen
8.	Harga dan fleksibilitas kontrak

Sumber: Mini CNG plant, Blora, 2014

Berdasarkan Tabel 4.5 di atas, berikut merupakan penjelasan mengenai faktor-faktor subjektif yang digunakan dalam pembobotan pemilihan *supplier*.

1. Ketersediaan Gas dalam jangka waktu lama. Maksud dari faktor ini adalah, *supplier* dapat menyediakan gas untuk PT. Mini CNG plant, Blora dalam jangka waktu beberapa tahun.
2. Ketersediaan alat transportasi untuk membantu distribusi. Maksud dari faktor ini adalah, *supplier* dapat menyediakan alat transportasi yang memadai untuk membantu distribusi gas menuju konsumen jika GTM yang dimiliki oleh PT. Mini CNG plant, Blora tidak cukup.
3. Potensi kerja sama untuk waktu lama. Maksud dari faktor ini adalah, *supplier* memiliki potensi untuk dilakukannya kerja sama dengan PT. Mini CNG plant, Blora.
4. Manajemen perusahaan. Maksud dari faktor ini adalah, manajemen perusahaan yang dimiliki oleh perusahaan tersebut bagus, sehingga mempermudah dalam proses kerja sama.
5. Etika perusahaan. Maksud dari faktor ini adalah, etika perusahaan yang dimiliki oleh *supplier* tersebut baik, sehingga membuat hubungan dengan PT. Mini CNG plant, Blora dapat berjalan dengan lancar.

6. Pelayanan setelah penjualan. Maksud dari faktor ini adalah, pelayanan perusahaan setelah pengiriman gas dilakukan, perusahaan dapat mempertanggungjawabkan terhadap produk yang dihasilkannya.
7. Jarak *supplier* menuju konsumen. Maksud dari faktor ini adalah, jarak antara konsumen menuju *supplier* menjadi bahan pertimbangan untuk dilakukannya pengiriman.
8. Harga dan fleksibilitas kontrak. Maksud dari faktor ini adalah besarnya harga yang diberikan oleh perusahaan *supplier* lain dapat diterima dengan baik oleh PT. Mini CNG plant, Blora, dan fleksibilitas kontrak yang ditawarkan oleh *supplier* lain menunjukkan bahwa perusahaan tersebut terbuka atas perubahan akan kondisi kekinian yang terjadi.

4.1.4 Identifikasi Kendaraan

Tipe kendaraan yang dimiliki dan dipergunakan oleh perusahaan mini CNG *plant* dalam proses pendistribusian CNG menuju konsumen terdiri atas 2 jenis dengan kapasitas volume yang berbeda. Tipe pertama dari kendaraan yang digunakan oleh perusahaan adalah tipe IGX, dengan spesifikasi kendaraan seperti yang terdapat pada Tabel 4.6 dibawah ini:

Tabel 4. 6 Spesifikasi Kendaraan Tipe IGX

Model	GTM-CP2032				
Manufacture	IGX EQUIPMENT DIVISION				
Tube Specification					
Materials of Construction					
Liner	High Density Polyethylene (HDPE)				
Composite Shell	Carbon and Glass Fiber Reinforced Epoxy				
End Bosses	Aluminium Alloy				
Certification	ANSI/CSA NGV2, US DOT FMVSS 304, CAN/CSA B51, TC 301, 2 ISO 11439, MET-KHK and ECE R110				
Water Capacity	17	Ft3	481	Liter s	
Overall Length	108	Inches	274,3	Cm	
Diameter	21,2	Inches	53,8	Cm	

Tabel ini dilanjutkan pada Tabel 4. 7

Tabel 4. 7 Lanjutan Spesifikasi Kendaraan Tipe IGX

Working Pressure	3.597	Psig	248	Bar
Test Pressure	5.395	Psig	372	Bar
Tare weight	342	Lbs	155	kgs
CNG Capacity	5.041	Scf	142,7	m ³
Module Specifications				
Number of Tubes	32			
Estimated Tare Weight	31.814	Lbs	14.431	kgs
Estimated Gross Weight	42.000	Lbs	19.051	kgs
Maximum Gross Weight	67.200	Lbs	30.482	kgs
CNG Capacity				
Volume	161.312	SCF	4.566	m ³
BTU's	168,4	MMBTU		
Price	480.000			

Sumber: Mini CNG plant, Blora, 2014

Kendaraan tipe IGX ini mampu menampung jumlah CNG sebanyak 4.566 m³ yang setara dengan 161.312 SCF dalam sekali pengangkutan CNG. Dengan cara pengangkutan menggunakan sebanyak 32 tabung yang tersusun secara horizontal yang berbahan serat karbon, dengan volume yang dimiliki oleh tiap tabung sebesar 143 m³ gas CNG. Tekanan kerja yang mampu dilakukan oleh tipe GTM IGX ini adalah 248 bar, dengan tekanan kerja ini mampu untuk menampung besar tekanan CNG yang akan didistribusikan. Harga dari sebuah GTM tipe IGX adalah 480.000 USD.

Dengan menggunakan kendaraan tipe IGX ini, kelas jalan yang dapat dilalui adalah kelas jalan tipe I dan tipe II, dimana ketentuan untuk kelas jalan tersebut adalah untuk tipe I merupakan jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih besar dari 10 ton.

Jalan Kelas II merupakan jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 10 ton.

Gambar 4.4 merupakan gambar dari kendaraan tipe IGX yang digunakan oleh perusahaan untuk membantu proses distribusi perusahaan. Dengan menggunakan kendaraan tipe ini, banyak gas yang dapat diangkut dengan menggunakan kendaraan ini membutuhkan jumlah yang lebih banyak untuk pengangkutan.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 4. 4 Gas Transportation Module Tipe IGX

Sedangkan untuk tipe kendaraan lainnya yang digunakan oleh perusahaan mini CNG *plant* ini adalah tipe Xperion dengan rincian spesifikasi kendaraan seperti yang tertera pada Tabel 4.8:

Tabel 4. 8 Spesifikasi Kendaraan Tipe Xperion

MODEL:	xperion- A 09-003-00
MANUFACTURER:	xperion Alpha Composites GmbH
Tube Specification	
Materials of Construction:	
Liner	High Density Polyethylene (HDPE)
Composite Shell	CFRP+GFRP
Certifications:	AT-2009-1117_01
Water Capacity:	190 liters

Tabel ini dilanjutkan pada Tabel 4. 9

Tabel 4. 9 Lanjutan Spesifikasi Kendaraan Tipe Xperion

Total Water Capacity:	18.800	liters
Overall Length	230	cm
Diameter:	38	cm
Working Pressure:	250	bar
Test Pressure:	375	bar
CNG Capacity:	55,83	m ³
Retest Period (yrs):	N.A.	
Module Specifications		
Number of Tubes:	99	
Length of Frame	6.065	mm
Width of Frame	2.438	mm
Height of Frame	2.743	mm
CNG Capacity:		
Volume	5.527	m ³ cng
	195.263	scf
@0.75 kg/m ³ , max	4.145	kg
Price	420.000	USD

Sumber: Mini CNG plant, Blora, 2014

Kapasitas CNG yang dapat didistribusikan dengan menggunakan kendaraan tipe Xperion lebih banyak dibandingkan dengan tipe IGX, dimana dengan menggunakan tipe kendaraan ini volume CNG yang dapat didistribusikan mencapai 5.527 m³ yang setara dengan 195.263 SCF. Cara pengangkutan dengan menggunakan GTM tipe Xperion ini adalah juga menggunakan sebanyak 99 tabung yang disusun secara vertikal dalam kotak *container*. Harga dari GTM tipe Xperion ini adalah 420.000 USD.

Gambar 4.5 merupakan gambar dari tipe kendaraan GTM Xperion yang digunakan oleh perusahaan dalam mendistribusikan gas menuju konsumen. Tipe Xperion ini memiliki besar volume yang lebih banyak dibandingkan dengan GTM tipe IGX, sehingga dengan hal seperti itu akan lebih ekonomis jika perusahaan memiliki GTM tipe Xperion ini dibandingkan dengan GTM tipe IGX.

Sama halnya dengan menggunakan GTM IGX, kelas jalan yang dimiliki oleh kendaraan tipe GTM Xperion adalah kelas jalan I atau kelas jalan II.



Sumber: (<http://www.xperion-energy.de/en/high-pressure-systems/container/container.html>)

Gambar 4. 5 Gas Transportation Module Tipe Xperion

Dengan menggunakan jenis kendaraan yang lebih besar akan cukup ekonomis bagi perusahaan dalam meminimalisir biaya transportasi menuju konsumen, dikarenakan dengan biaya transportasi yang sama dengan tipe yang satunya namun dapat mendistribusikan jumlah gas yang lebih banyak.

4.1.4.1. Biaya Operasional Bahan Bakar

Berdasarkan Pedoman Konstruksi dan Bangunan yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 2005 mengenai Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan Bagian I: Biaya Tetap (Running Cost) (Pd T-15-2005-B) dijelaskan mengenai perhitungan jumlah konsumsi bahan bakar yang digunakan oleh setiap jenis kendaraan. Dalam hal ini akan diperhitungkan mengenai jumlah konsumsi bahan bakar yang dikeluarkan oleh dua jenis container kendaraan di atas.

Untuk menghitung konsumsi bahan bakar dari suatu kendaraan, Dinas Pekerjaan Umum memberikan perumusan sebagai berikut:

$$KBBMi = (\alpha + \beta_1 / V_R + \beta_2 \times V_R^2 + \beta_3 \times R_R + \beta_4 \times F_R + \beta_5 \times F_R^2 + \beta_6 \times DT_R + \beta_7 \times A_R + \beta_8 \times SA + \beta_9 \times BK + \beta_{10} \times BK \times A_R + \beta_{11} \times BK \times SA) / 1.000 \quad 4.2$$

Dimana:

- α = konstanta (Tabel 4.10)
 $\beta_1, \dots, \beta_{11}$ = Koefisien-koefisien parameter (Tabel 4. 10)
 V_R = Kecepatan Rata-rata
 R_R = Tanjakan Rata-Rata
 F_R = Turunan Rata-Rata
 DT_R = Derajat Tikungan Rata-Rata
 A_R = Percepatan Rata-Rata
 SA = Simpangan Baku Percepatan
 BK = Berat Kendaraan
 $KBBMi$ = Konsumsi Bahan Bakar Minyak untuk jenis kendaraan i, dalam liter/km
 i = Jenis Kendaraan

Tabel 4. 10 Nilai Konstanta dan Koefisien-Koefisien Parameter Model Konsumsi BBM

Jenis Kendaraan	α	$1/V_R$	VR^2	R_R	F_R	FR^2	DT_R	A_R	SA	BK	$BK \times A_R$	$BK \times SA$
		β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6	β_7	β_8	β_9	β_{10}	β_{11}
Sedan	23,7	118	0,00	1,26	0,6	-	-	-	36,	-	-	-
	8	1,2	37	5	34	-	-	0,6	21	-	-	-
Utiliti	29,6	125	0,00	1,76	1,1	-	-	13	42,	-	-	-
	1	6,8	59	5	97	-	-	2,2	64	-	-	-
Bus Kecil	94,3	105	0,00	1,60	1,4	-	-	16	49,	-	-	-
	5	8,9	94	7	88	-	-	6,1	58	-	-	-
Bus Besar	129,	191	0,00	7,23	2,7	-	-	26	13,	-	-	-
	6	2,2	92	1	90	-	-	6,4	86	-	-	-
Truk Ringan	70	524,	0,00	1,73	0,9	-	-	12	-	-	-	50,02
	6	2	2	45	-	-	-	4,2	-	-	-	-
Truk Sedang	97,7	-	0,01	0,73	5,7	0,03	-	-	-	6,6	36,4	17,28
	35	65	35	06	78	58	0,08	-	-	61	6	-
Truk Berat	190,	382	0,01	14,4	7,2	-	-	-	-	-	11,4	10,92
	30	9,7	96	36	25	-	-	-	-	-	1	-

Sumber: (Departemen Pekerjaan Umum, 2005)

Untuk mendapatkan nilai V_R atau kecepatan rata-rata kendaraan yang dimiliki oleh truk dapat dilakukan dengan cara melakukan observasi langsung di lapangan, dalam hal ini data tersebut didapatkan melalui metode wawancara dengan supir truk yang bersangkutan, yaitu sebesar 35 km/jam.

Nilai R_R dan F_R merupakan nilai yang menunjukkan faktor alinemen vertikal, yang terdiri dari tanjakan dan turunan, nilai ini bisa didapatkan dari nilai yang telah ditetapkan oleh Dinas Pekerjaan Umum:

Tabel 4. 11 Alinemen Vertikal Yang Direkomendasikan pada Berbagai Medan Jalan

Kondisi Medan	Tanjakan rata-rata (m/km)	Turunan rata-rata (m/km)
Datar	2,5	-2,5
Bukit	12,5	-12,5
Pegunungan	22,5	-22,5

Sumber: (Departemen Pekerjaan Umum, 2005)

Pendistribusian yang dilakukan oleh PT. Mini CNG plant, Blora, PT. CNG PLANT, GRESIK dan PT. CNG PLANT, PASURUAN menempuh rute perjalanan dengan kondisi medan jalan datar, karena letak ketiga supplier dan keempat konsumen yang ada terletak di dataran rendah.

Untuk mendapatkan nilai DT_R terdapat panduan mengenai derajat tikungan berdasarkan Dinas Pekerjaan Umum, seperti tabel di bawah ini

Tabel 4. 12 Nilai Tipikal Derajat Tikungan Pada Berbagai Medan Jalan

Kondisi Medan	Derajat tikungan ($^{\circ}$ /km)
Datar	15
Bukit	115
Pegunungan	200

Sumber: (Departemen Pekerjaan Umum, 2005)

Nilai derajat tikungan yang digunakan dalam perhitungan merupakan kondisi medan yang datar.

A_R merupakan nilai percepatan rata-rata yang didapatkan dari persamaan sebagai berikut ini

$$A_R = 0,0128 \times (V/C) \quad 4.3$$

Dimana nilai V merupakan volume lalu lintas dan C adalah kapasitas jalan (smp/jam).

Nilai volume lalu lintas dalam penelitian ini merupakan nilai yang diasumsikan sebesar 2.500 smp/jam. Asumsi dengan nilai sebesar ini dilakukan karena jalan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis jalan provinsi dimana berbagai tipe kendaraan dapat melewati jalan tersebut, sehingga volume jalanan akan cukup padat.

Kapasitas jalan yang digunakan dalam perhitungan ini merupakan kapasitas dasar jalan antar kota yang ada di Indonesia berdasarkan data yang dimiliki oleh Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota.

Tabel 4. 13 Kapasitas Dasar Jalan Antar Kota

Tipe Jalan/ Tipe Alinemen	Kapasitas Dasar	Keterangan
4 Lajur Terbagi		
• Datar	1.900	Per Lajur
• Berbukit	1.850	
• Pegunungan	1.800	
4 Lajur tak terbagi		
• Datar	1.700	Per Lajur
• Berbukit	1.650	
• Pegunungan	1.600	
2 Lajur tak terbagi		
• Datar	3.100	Total 2 Arah
• Berbukit	3.000	
• Pegunungan	2.900	

Sumber: (Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan, 1997)

SA merupakan simpangan baku percepatan lalu lintas dalam suatu ruas jalan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$SA = SA \max (1.04/(1+e^{(a_0+a_1)*V/C})) \quad 4.4$$

SA max merupakan simpangan baku percepatan maksimum (m/s²) dengan nilai 0,75. a₀, a₁ merupakan koefisien parameter, a₀ = 5,140, a₁ = -8,264.

Berat kendaraan (BK) didapatkan dari data spesifikasi kendaraan tersebut, dimana berat kendaraan yang dimiliki oleh setiap kendaraan yang dimiliki oleh PT. Mini CNG plant, Blora adalah GTM IGX tipe 1 19 ton dan GTM Xperion tipe 2 adalah 18,8 ton. Kedua kendaraan ini masuk kedalam tipe kendaraan truk besar karena memiliki bobot lebih besar dari 15 ton dan kurang dari 25 ton.

Setelah mengetahui konsumsi bahan bakar yang dihabiskan oleh truk, maka dapat dihitung berapa biaya yang diperlukan untuk melakukan pengisian bahan bakar sesuai dengan konsumsi bahan bakar yang diperlukan oleh truk dengan menggunakan perumusan sebagai berikut

$$BBBM_i = KBBM_i \times HBBM \quad 4.5$$

Dimana:

BBBM_i = Biaya Bahan Bakar Minyak Truk Tipe i

KBBM_i = Konsumsi Bahan Bakar Minyak untuk jenis kendaraan i, dalam liter/km

HBBM = Harga Bahan Bakar Minyak USD/liter

Dengan menggunakan perumusan dari Departemen Pekerjaan Umum, maka didapatkan hasil berupa konsumsi bahan bakar dari setiap kendaraan yang ada dalam satuan liter/km nya, seperti pada tabel di bawah ini

Tabel 4. 14 Konsumsi Bahan Bakar dan Biaya Bahan Bakar Truk

Tipe Kontainer Truk	KBBM (liter/km)	HBBM (USD/km)
GTM IGX	0,505	0,278
GTM Xperion	0,538	0,296

4.1.4.2. Biaya Operasional Pelumas

Berdasarkan Pedoman Konstruksi dan Bangunan yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 2005 mengenai Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan Bagian I: Biaya Tidak Tetap (Running Cost) (Pd T-15-2005-B) juga dijelaskan mengenai biaya pelumas yang dihabiskan oleh suatu tipe kendaraan. Dimana untuk menghitung berapa banyak jumlah konsumsi pelumas yang dihabiskan, menggunakan perumusan sebagai berikut

$$KO_i = OHK + OHO \times KBBM_i \quad 4.6$$

Dimana

OHK = Oli hilang akibat kontaminasi (liter/km)

OHO = Oli hilang akibat operasi (liter/km)

KBBMi= Konsumsi bahan bakar (liter/km)

Untuk mendapatkan nilai Oli akibat kontaminasi dapat dihitung dengan perumusan sebagai berikut

$$OHK = KPO/JPO \quad 4.7$$

Dimana

KPO = Kapasitas oli (liter)

JPO = Jarak Penggantian oli (km)

Beberapa nilai yang diperlukan untuk perhitungan konsumsi oli di atas didapat dari tabel berikut ini

Tabel 4. 15 Nilai Tipikal JPO, KPO, dan OHO yang direkomendasikan

Jenis Kendaraan	JPO (km)	KPO (liter)	OHO (liter/km)
Sedan	2.000	3,5	$2,8 \times 10^{-6}$
Utiliti	2.000	3,5	$2,8 \times 10^{-6}$
Bis Kecil	2.000	6	$2,1 \times 10^{-6}$
Bis Besar	2.000	12	$2,1 \times 10^{-6}$
Truk Ringan	2.000	6	$2,1 \times 10^{-6}$
Truk Sedang	2.000	12	$2,1 \times 10^{-6}$
Truk Berat	2.000	24	$2,1 \times 10^{-6}$

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum, 2005

Berdasarkan perumusan di atas, diketahui banyak konsumsi oli yang digunakan oleh kedua jenis truk adalah

Tabel 4. 16 Konsumsi Oli dan Biaya Oli

Tipe Kontainer Truk	KO (liter/km)	BO (USD/km)
GTM IGX	0,012	0,042
GTM Xperion	0,012	0,042

Dikarenakan selisih yang terjadi di antara kedua jenis truk ini sangat kecil, maka konsumsi oli dan biaya oli dapat dikatakan sama.

4.1.5 Identifikasi Lama Bongkar Muat

Waktu yang dibutuhkan untuk GTM melakukan bongkar muat gas merupakan salah satu faktor yang berdampak untuk suatu proses distribusi, dimana semakin lama waktu yang diperlukan untuk bongkar muat, proses bisnis yang dilakukan dapat tersendat dengan banyaknya permintaan yang ada. Berikut merupakan simulasi pengisian dan pengiriman yang dilakukan GTM yang dimiliki oleh PT. Mini CNG plant, Blora.

Dalam simulasi pengisian dan pengiriman ini terdiri atas waktu untuk melakukan bongkar muat yang dilakukan di PT. PT. PT. CNG PLANT, SIDOARJO dan di konsumen PT. GFK dan juga waktu pengiriman menuju PT. GFK. Simulasi ini dilakukan dengan menggunakan 9 GTM yang dimiliki oleh PT. Mini CNG plant, Blora dalam waktu 1 hari bekerja.

Berdasarkan simulasi pengisian dan pengiriman diketahui bahwa lama pengisian gas yang dilakukan GTM di mini CNG plant Cepu, berbeda dengan lama pengisian yang dilakukan di PT. CNG PLANT, SIDOARJO (*supplier* lain), dimana pengisian yang dilakukan di mini CNG plant hingga 12 jam lebih, hal ini dikarenakan jumlah pasokan gas yang didapatkan PT. Mini CNG plant, Blora dari PT. Pertamina EP menurun kapasitasnya. Sedangkan untuk pengisian di PT. CNG PLANT, SIDOARJO hanya memakan waktu 2 jam. Selanjutnya lama pengiriman yang

dilakukan oleh GTM menuju konsumen selama 14 jam bila pengiriman dilakukan dari PT. CNG PLANT, SIDOARJO (Sidoarjo), sedangkan bila pengiriman dilakukan dari mini CNG plant yang terletak di Cepu, hanya memakan waktu selama 4 jam menuju konsumen. Konsumen yang dimaksud di contoh ini adalah PT. Garuda food yang berada di Kabupaten Pati.



Sumber: Mini CNG plant, Blora, 2014

Gambar 4. 6 Simulasi Pengisian dan Pengiriman GTM

Tabel 4.17 merupakan penjelasan mengenai notasi-notasi yang digunakan pada simulasi bongkar muat pengiriman di Gambar 4.6.

Tabel 4. 17 Legenda Simulasi Pengisian dan Pengiriman GTM

	<i>Discharging</i>
	<i>Delivery to Garuda Food</i>
	<i>Arrived from Garuda Food</i>
	<i>Filling GTM</i>
	<i>Stand by</i>

Sumber: Mini CNG plant, Blora, 2014

Berdasarkan data yang didapat dari PT. Mini CNG plant, Blora, lama bongkar muat untuk setiap jenis GTM di setiap konsumen dan supplier terdapat pada Tabel 4. 18 berikut ini.

Tabel 4. 18 Lama Bongkar Muat GTM

Nama	Lama Pengisian		Lama Bongkar							
	1	2	GFA		GFK		TTJI		ASF	
			1	2	1	2	1	2	1	2
Mini CNG plant, Blora	24	25	14	15	7	8	18	20	24	25
CNG PLANT, GRESIK	2	2.5	14	15	7	8	18	20	24	25
CNG PLANT, SIDOARJO	2	2.5	14	15	7	8	18	20	24	25
CNG PLANT, PASURUAN	2	2.5	14	15	7	8	18	20	24	25

Sumber: Mini CNG plant, Blora, 2014

Lama bongkar muat yang dilakukan di konsumen memiliki jam yang bervariasi tergantung pada kapasitas pemakaian oleh tiap konsumen. Sistem pengoperasian bongkar muat yang dilakukan oleh perusahaan adalah GTM akan ditinggalkan di tempat bongkar muat ketika sudah berada di tempat konsumen, selanjutnya *head truck* akan mengambil GTM yang telah kosong, untuk kemudian dibawa menuju *plant* atau *supplier* lain untuk diisi kembali, kemudian dari plang atau *supplier* lain, *head truck* langsung mengambil GTM yang telah berisi gas, dan meninggalkan GTM kosong untuk diisi kembali.

Lama pengisian yang dilakukan oleh setiap perusahaan memiliki lama waktu yang berbeda, hal tersebut tergantung dengan jumlah produksi gas yang dimiliki oleh setiap perusahaan. Semakin banyak jumlah produksi gas yang dimiliki oleh suatu perusahaan, lama pengisian yang dilakukan akan semakin cepat.

4.1.6 Identifikasi Jarak Pengiriman dan Waktu Pengiriman

Dengan adanya bantuan dari pihak lain (*supplier* lain) terhadap proses distribusi di perusahaan mini CNG *plant* ini, maka jarak pengiriman tidak hanya berasal dari *mother station*, melainkan juga berasal dari tiap perusahaan *supplier* menuju konsumen. Pada alur distribusi yang dilakukan, lamanya

perjalanan dapat dipengaruhi oleh banyak hal, beberapa diantaranya adalah macet, perbaikan jalan, kerusakan mendadak pada mesin truk dan lain-lain, sehingga waktu yang tertera pada data di atas merupakan waktu normal untuk menempuh jarak menuju konsumen. Pada Tabel 4.19 ditunjukkan jarak tempuh GTM pengangkut CNG dari *supplier* menuju konsumen dalam satuan kilometer. Dan Tabel 4.20 menunjukkan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk pendistribusian CNG menuju konsumen.

Tabel 4. 19 Jarak Pengiriman Menuju Konsumen

	MINI CNG PLANT, BLORA	CNG PLANT, GRESIK	CNG PLANT, SIDOARJO	CNG PLANT, PASURUAN
GFA	82,3 km	212 km	256 km	262 km
GFK	84,9 km	215 km	258 km	265 km
PT.TTJI	306 km	472 km	515 km	521 km
PT ASF	186 km	317 km	315 km	318 km

Sumber: Google Earth

Berdasarkan Tabel 4.19 di atas, diketahui jarak pengiriman dari setiap *supplier* menuju konsumen, dimana jarak tersebut ditempuh untuk setiap *delivery* dan juga *pick up* GTM. Sehingga jarak yang ditempuh adalah sama.

Jarak yang didapat tersebut berdasarkan dengan rute jalan raya yang dilalui oleh kendaraan truk dalam melakukan pendistribusian. Pendistribusian gas yang dilakukan oleh perusahaan Mini CNG plant, Blora menggunakan alat transportasi truk, dengan berdasarkan data yang diperoleh dilapangan, besarnya kecepatan rata-rata laju truk ketika beroperasi untuk mendistribusikan gas adalah 35 km/jam, sehingga data diketahui lama perjalanan yang harus ditempuh adalah seperti yang tertera pada

Tabel 4.20 di bawah ini. Lama perjalanan juga dipengaruhi oleh kondisi jalanan yang dilalui oleh truk, sehingga menyebabkan waktu tempuh menjadi lebih lama 1 hingga 2 jam.

Tabel 4. 20 Waktu Pengiriman Menuju Konsumen

	MINI CNG PLANT, BLORA	CNG PLANT, GRESIK	CNG PLANT, SIDOARJO	CNG PLANT, PASURUAN
GFA	2,4 jam	6,1 jam	7 jam	7,5 jam
GFK	2,4 jam	6,1 jam	7 jam	7,5 jam
PT.TTJI	8,7 jam	14 jam	13 jam	15 jam
PT ASF	5,3 jam	9 jam	8 jam	9,1 jam

Sumber: Mini CNG plant, Blora, 2014

4.2 Penentuan Variabel

Berikut akan dijelaskan secara terperinci mengenai variabel-variabel yang digunakan berupa tata nama simbol sistematis dan perumusan masing-masing variabel.

4.2.1 Variabel Pemilihan *Supplier*

Dalam metode untuk melakukan pemilihan *supplier*, berikut merupakan daftar tata nama variable yang digunakan dalam perhitungan:

- p_i = harga gas oleh *supplier i*
- o_i = ketepatan waktu pengiriman oleh *supplier i*
- b_i = besarnya kerusakan barang (broken) milik *supplier i*
- s_i = penilaian subjektif terhadap *supplier i*
- v_i = total nilai untuk *supplier i*
- t_{ij} = biaya transportasi dari *supplier i* menuju konsumen j
- d_j = permintaan gas oleh konsumen j
- d_{ij} = jarak dari *supplier i* menuju konsumen j
- Ip_i = indeks harga gas oleh *supplier i*
- Io_i = indeks ketepatan waktu pengiriman oleh *supplier i*
- Id_i = indeks besarnya kerusakan barang (*defective rate*) milik *supplier i*
- Is_i = indeks penilaian subjektif terhadap *supplier i*
- It_{ij} = indeks biaya transportasi dari *supplier i* menuju konsumen j
- Id_{ij} = indeks jarak dari *supplier i* menuju konsumen j
- ws_i = bobot penialain subjektif *supplier i*

- ss_i = nilai subjektif setiap *supplier i*
 wv_i = bobot nilai keseluruhan *supplier i*
 Wv_i = bobot yang berhubungan dengan kriteria penilaian *supplier i*
 WIt_{ij} = bobot yang berhubungan dengan kriteria biaya transportasi dari *supplier i* menuju konsumen *j*
 S_i = kapasitas gas yang dimiliki *supplier i*
 D_j = jumlah permintaan yang dimiliki oleh konsumen *j*
 x_{ij} = jumlah optimum pengangkutan gas dari *supplier i* menuju konsumen *j*
 $P(S_i)$ = Nilai kemungkinan perbedaan kepentingan untuk setiap keadaan

4.2.2 Vendor Manage Inventory Variable

Dalam menggunakan metode *Vendor Manage Inventory*, variabel-variabel yang digunakan sebagai berikut:

- C_i = kapasitas *storage tank* di konsumen *i*
 c_r = biaya pendistribusian pada rute *r*
 z_r = banyaknya perjalanan yang dilakukan pada rute *r*
 M_k = jumlah kendaraan tipe *k*
 c_k = harga kendaraan tipe *k*
 Q_k = kapasitas kendaraan tipe *k*
 y_{ir} = variabel yang menunjukkan jumlah gas yang didistribusikan menuju konsumen *i*
 T = durasi waktu yang dihabiskan oleh perusahaan untuk melakukan distribusi
 R = semua rute yang memungkinkan
 k = tipe kendaraan yang digunakan
 t_d = waktu pendistribusian
 d_{ij} = jarak tempuh dari *supplier i* ke konsumen *j*
 v_r = kecepatan rata-rata
 t_{rt} = waktu pendistribusian round trip
 t_l = waktu pengisian ke GTM
 t_u = waktu pembongkaran muatan
 c_{td} = total biaya distribusi

BBBM = biaya bahan bakar minyak
 HBBM = harga bahan bakar minyak
 KBBM = konsumsi bahan bakar minyak
 BO = biaya oli
 HO = harga oli
 KO = konsumsi oli

4.3 Optimasi Pemilihan *Supplier*

Dengan menggunakan metode pembobotan dan juga persamaan linear, parameter yang digunakan sebagai acuan dalam pemilihan *supplier* ini terdiri atas:

1. Harga gas yang ditawarkan tiap *supplier*.
2. Ketepatan waktu pengiriman.
3. Kualitas gas yang dimiliki oleh tiap *supplier*.
4. Penilaian subjektif terhadap tiap *supplier*.
5. Kapasitas produksi gas yang dimiliki oleh tiap *supplier*.
6. Jumlah permintaan yang dimiliki oleh tiap konsumen.
7. Biaya operasional dalam proses distribusi.

Dalam tugas akhir ini 3 *supplier* akan diuji untuk mendapatkan *supplier* yang optimal untuk membantu distribusi dari PT. Mini CNG *plant*, Bora.

4.3.1. Pemodelan Matematis

Model matematis dalam permasalahan pemilihan *supplier* ini ditentukan oleh indeks-indeks yang telah dijelaskan sebelumnya. Berdasarkan nilai indeks yang didapat, kemudian menentukan bobot yang sesuai terhadap indeks tersebut berdasarkan tingkat kepentingan yang dimiliki oleh perusahaan.

1. Menentukan indeks harga gas.

Indeks harga gas = harga jual gas terendah / harga jual gas lainnya

$$Ip_i = p_{i\min} / p_i \quad 4.8$$

Untuk mendapatkan nilai di atas, sebelumnya haruslah menentukan perkiraan besar harga berdasarkan:

Harga gas oleh *supplier i* = \sum (Nilai kemungkinan perbedaan kepentingan untuk setiap keadaan * harga jual gas di setiap keadaan)

$$p_i = \sum P(S_i) * p_i(S_i) \quad 4.9$$

Untuk menentukan indeks harga gas, terdapat persentase tingkat kepentingan didalam penentuan harga yang ada. Dimana tingkat kepentingan tersebut berdasarkan pada keadaan *high demand*, *medium demand*, dan *low demand*. Berdasarkan pihak perusahaan Mini CNG plant, Blora, tingkat kepentingan terbesar dimiliki untuk kondisi *high demand* sebesar 0.6 dan *medium demand* memiliki nilai 0.4, sedangkan untuk kondisi *low demand* nilainya adalah 0. Hal ini terjadi karena kondisi gas perusahaan saat ini dalam kondisi produksi yang menurun namun masih dapat memproduksi dengan jumlah gas yang tidak begitu besar. Dalam permasalahan ini, harga gas yang paling murah dimiliki oleh *supplier* PT. CNG Plant, Gresik, dengan besar harga 11,48 USD/MMBTU, *supplier* PT. CNG Plant, Sidoarjo memiliki harga jual 12,5 USD/MMBTU, dan *supplier* PT. CNG Plant, Pasuruan memiliki harga 12,85 USD/MMBTU.

Tabel 4. 21 Hasil Perkiraan Harga Gas

Perkiraan Harga Gas	
p_1 (PT. CNG Plant, Gresik)	\$11,48
p_2 (PT. CNG Plant, Sidoarjo)	\$12,5
p_3 (PT. CNG Plant, Pasuruan)	\$12,85

Semakin kecil harga gas yang dimiliki, maka akan semakin bagus *supplier* tersebut dilihat dari sisi harga, karena akan menambah keuntungan dari perusahaan Mini CNG plant, Blora, sehingga nilai harga minimal akan menjadi pembagi dari setiap harga gas yang lainnya.

Berikut merupakan hasil dari perhitungan indeks harga gas, didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 4. 22 Indeks Harga Gas

Indeks Harga Gas	
Ip_1 (PT. Cng Plant, Gresik)	1
Ip_2 (PT. CNG Plant, Sidoarjo)	0,918
Ip_3 (PT. CNG Plant, Pasuruan)	0,893

Semakin besar nilai indeks yang dihasilkan maka *supplier* tersebut akan semakin baik dibanding *supplier* lainnya. Dalam hal indeks harga ini PT. CNG Plant, Gresik memiliki nilai indeks yang paling besar dibandingkan dengan *supplier* lainnya.

2. Menentukan indeks ketepatan waktu pengiriman.

Indeks ketepatan waktu pengiriman = nilai ketepatan waktu setiap *supplier* / nilai maksimal ketepatan waktu

$$Io_i = o_i / o_{i \max} \quad 4.10$$

Untuk mendapatkan nilai di atas, sebelumnya haruslah menentukan perkiraan besar persentase ketepatan waktu berdasarkan:

Besar ketepatan waktu *supplier* $i = \sum$ (Nilai kemungkinan perbedaan kepentingan untuk setiap keadaan * nilai ketepatan waktu di setiap keadaan)

$$o_i = \sum P(S_i) * o_i(S_i) \quad 4.11$$

Untuk menghitung persentase ketepatan waktu juga diberlakukan persentase tingkat kepentingan seperti yang dilakukan ada penentuan harga gas di atas. Dalam tingkat persentase ketepatan waktu pengiriman, semakin tinggi tingkat persentase yang dimiliki oleh setiap *supplier*, maka *supplier* tersebut merupakan *supplier* terbaik di permasalahan ketepatan waktu. Berdasarkan dari ketiga *supplier* yang ada. *Supplier* PT. CNG PLANT, GRESIK dan

supplier PT. CNG PLANT, PASURUAN memiliki nilai persentase 100%, sedangkan *supplier* PT. CNG PLANT, SIDOARJO memiliki nilai persentase 68%.

Tabel 4. 23 Hasil Persentase Ketepatan Waktu Pengiriman

Persentase ketepatan waktu	
o_1 (PT. CNG Plant, Gresik)	100
o_2 (PT. CNG Plant, Sidoarjo)	68
o_3 (PT. CNG Plant, Pasuruan)	100

Dikarenakan semakin besar nilai persentase ketepatan waktu, mengindikasikan bahwa *supplier* tersebut lebih baik dimasalah pengiriman gas menuju konsumen, maka nilai tertinggi persentase menjadi pembilang dalam indeks ini. Berikut merupakan hasil dari perhitungan indeks ketepatan waktu pengiriman gas, didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 4. 24 Indeks Ketepatan Waktu Pengiriman

Indeks Ketepatan waktu pengiriman	
Io_1 (PT. CNG Plant, Gresik)	1
Io_2 (PT. CNG Plant, Sidoarjo)	0,68
Io_3 (PT. CNG Plant, Pasuruan)	1

Dari hasil perhitungan indeks ketepatan waktu menunjukkan bahwa *supplier* CNG Plant, Gresik dan CNG Plant, Pasuruan memiliki nilai 1 dimana lebih unggul dari *supplier* CNG Plant, Sidoarjo, hal ini sesuai dengan teori yang telah dikemukakan sebelumnya, dimana nilai yang lebih besar dalam hal ketepatan waktu akan memiliki nilai indeks yang lebih baik *supplier* lainnya.

3. Menentukan indeks besarnya kerusakan barang.

Indeks besarnya kerusakan barang = nilai minimal kerusakan barang / nilai kerusakan barang *supplier i*

$$Ib_i = b_{i \min} / b_i$$

4. 12

Berdasarkan data sebelumnya diketahui bahwa nilai kerusakan gas terkecil dimiliki oleh perusahaan PT. CNG PLANT, GRESIK, dengan nilai 6.4 %, sehingga dalam perhitungan indeks kerusakan barang, nilai tersebut yang dijadikan pembagi bagi seluruh nilai kerusakan yang ada. Berikut merupakan hasil dari perhitungan indeks besarnya kerusakan gas, didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 4. 25 Indeks Kerusakan Gas
Indeks kerusakan gas

Ib_1 (PT. CNG Plant, Gresik)	1
Ib_2 (PT. CNG Plant, Sidoarjo)	0,512
Ib_3 (PT. CNG Plant, Pasuruan)	0,744

Dari hasil indeks di atas diketahui bahwa PT. CNG Plant, Gresik memiliki indeks yang lebih besar dibandingkan dengan supplier lainnya, dengan demikian PT. CNG Plant, Gresik unggul dalam kualitas gas yang dimiliki oleh perusahaan ini dan kesempatan untuk dapat terpilih menjadi supplier yang akan membantu menjadi lebih besar.

4. Menentukan indeks penilaian subjektif terhadap *supplier*.
Indeks penilaian subjektif *supplier i* = nilai subjektif *supplier i* / nilai subjektif maksimal *supplier i*

$$Is_i = s_i / s_{i \max} \quad 4.13$$

Untuk mendapatkan nilai di atas, sebelumnya haruslah menentukan nilai subjektif *supplier* untuk setiap *supplier*
Nilai subjektif *supplier* = \sum bobot *supplier* * nilai subjektif untuk tiap faktor

$$s_i = \sum w s_i * s s_i \quad 4.14$$

Sebelum mendapatkan indeks penilaian subjektif terhadap *supplier*, harus dilakukan pembobotan dan penilaian terhadap faktor-faktor subjektif yang berperan dalam keputusan pemilihan *supplier* seperti di bawah ini

Tabel 4. 26 Bobot dan Nilai Faktor Subjektif

FAKTOR SUBJEKTIF	BOBOT	PENILAIAN		
		CNG, Gresik	CNG, Sidoarjo	CNG, Pasuruan
Ketersediaan Gas dalam jangka waktu lama	0,2	100	100	100
Ketersediaan alat transportasi untuk membantu distribusi	0,2	65	30	70
Potensi kerja sama untuk waktu lama	0,1	80	80	80
Manajemen perusahaan	0,1	95	80	85
Etika perusahaan	0,1	90	65	90
Pelayanan setelah penjualan	0,05	80	80	80
Jarak <i>supplier</i> menuju konsumen	0,15	80	70	70
Harga dan flexibilities kontrak	0,1	80	90	80

Dengan mengalikan setiap bobot yang dimiliki dengan nilai di setiap *supplier* selanjutnya akan didapatkan nilai dari ketiga *supplier* seperti pada Tabel 4.27 dibawah ini

Tabel 4. 27 Nilai Faktor Subjektif

Nilai faktor subjektif	
s_1 (PT. CNG Plant, Gresik)	83,5
s_2 (PT. CNG Plant, Sidoarjo)	72
s_3 (PT. CNG Plant, Pasuruan)	82

Semakin besar nilai faktor subjektif yang dimiliki oleh setiap *supplier*, mengindikasikan *supplier* tersebut semakin bagus disisi faktor subjektif. Besarnya indeks faktor subjektif yang didapat adalah

Tabel 4. 28 Indeks Faktor Subjektif

Indeks Faktor Subjektif	
Is_1 (PT. CNG Plant, Gresik)	1
Is_2 (PT. CNG Plant, Sidoarjo)	0.862
Is_3 (PT. CNG Plant, Pasuruan)	0.982

5. Menentukan nilai keseluruhan kriteria *supplier*.

Nilai keseluruhan kriteria *supplier* = $\sum(\text{bobot tiap indeks} * \text{indeks penilaian yang telah dilakukan sebelumnya})$

$$v_i = \sum(wv_i * I) \quad 4.15$$

Besarnya bobot yang diberikan untuk setiap indeks, didasarkan pada tingkat kepentingan dari setiap indeks menurut pihak perusahaan Mini CNG plant, Blora dalam pengambilan keputusan pemilihan *supplier*. Hal ini dapat saja berbeda bila metode yang sama diterapkan pada perusahaan yang berbeda, karena adanya perbedaan tingkat kepentingan di setiap perusahaan. Dalam permasalahan ini pihak perusahaan memberikan bobot pada masing-masing indeks sebagai berikut

Tabel 4. 29 Bobot Pada Tiap Indeks

Indeks	Bobot
Indeks Harga Gas	0,2
Indeks Ketepatan Waktu Pengiriman	0,2
Indeks Kerusakan Gas	0,5
Indeks Faktor Subjektif	0,1

Berdasarkan bobot nilai yang didapatkan, perusahaan lebih berfokus kepada kualitas gas yang dimiliki oleh setiap *supplier*. Oleh karena itu besarnya bobot yang diberikan untuk indeks kerusakan gas lebih besar dibandingkan dengan indeks lainnya, yaitu sebesar 0,5, sedangkan untuk kriteria lain hanya diberikan bobot sebesar 0,2 untuk harga gas, 0,2 untuk indeks ketepatan waktu dan 0,1 untuk faktor subjektif. Indeks nilai yang dimiliki oleh setiap *supplier* berdasarkan nilai yang sebelumnya telah didapatkan dapat dirangkum seperti yang tertera pada Tabel 4.30 di bawah ini

Tabel 4. 30 Rangkuman Indeks pada Tiap Supplier

Indeks	PT. CNG, GRESIK	PT. CNG, SIDOARJO	CNG, PASURUAN
Indeks Harga Gas	1	0,92	0,89
Indeks Ketepatan Waktu Pengiriman	1	0,68	1
Indeks Kerusakan Gas	1	0,51	0,74
Indeks Faktor Subjektif	1	0,86	0,98

Berdasarkan nilai tersebut, didapatkan nilai keseluruhan kriteria *supplier* dengan cara mengalikan setiap bobot indeks dengan nilai bobot indeks yang dimiliki setiap *supplier* yang ada kemudian dijumlahkan, sebagai berikut

Tabel 4. 31 Nilai Keseluruhan Kriteria *Supplier*

Nilai keseluruhan kriteria <i>supplier</i>	
V_1 (PT. CNG PLANT, GRESIK)	1
V_2 (PT. CNG PLANT, SIDOARJO)	0,662
V_3 (PT. CNG PLANT, PASURUAN)	0,849

Pada permasalahan ini perusahaan cenderung untuk melakukan pemilihan berdasarkan kriteria-kriteria *supplier*, dibandingkan dengan harga transportasi yang akan ditanggung sehingga bobot nilai dari kriteria *supplier* (W_v) adalah 10, sehingga didapatkan nilai dari W_{v_i} adalah

Tabel 4. 32 Bobot Kriteria *Supplier*

Bobot Kriteria <i>Supplier</i>	
WV_1 (PT. CNG Plant, Gresik)	10
WV_2 (PT. CNG Plant, Sidoarjo)	6,6190754
WV_3 (PT. CNG Plant, Pasuruan)	8,4897366

6. Menentukan indeks biaya transportasi.

Indeks biaya transportasi = nilai minimal biaya transportasi / nilai biaya transportasi dari tiap *supplier* menuju konsumen

$$It_{ij} = t_{ij \min} / t_{ij} \quad 4.16$$

Berikut merupakan nilai indeks dari transportasi, biaya terkecil yang digunakan untuk melakukan distribusi sebesar 260 USD, sehingga nilai ini yang dijadikan patokan dalam penentuan indeks biaya transportasi.

Tabel 4. 33 Indeks Biaya Transportasi

	Indeks Biaya Transportasi			
	GFA	GFK	PT.TTJI	PT.ASF
PT. CNG Plant, Gresik	1	1	0,74	0,74
PT. CNG Plant, Sidoarjo	0,867	0,867	0,71	0,72
PT. CNG Plant, Pasuruan	0,838	0,838	0,68	0,68

Dikarenakan dalam pemilihan *supplier*, pihak perusahaan tidak terlalu mempertimbangkan permasalahan biaya transportasi, maka bobot nilai transportasi ini (WI_{ij}) adalah 1, sehingga WI_{ij} memiliki nilai yang sama dengan indeks biaya transportasi.

Setelah mendapatkan seluruh indeks yang ada, kemudian akan dimasukkan ke persamaan linear untuk mendapatkan fungsi objektif dan batasan kendala. Berikut merupakan algoritma dari permasalahan optimasi pemilihan *supplier*,

Maksimal

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^4 W_v v_i x_{ij} + WI_{ij} It_{ij} x_{ij} \quad 4.17$$

Luaran yang terjadi dari fungsi objektif di atas adalah, memaksimalkan jumlah dari gas yang dapat diberikan oleh suatu *supplier* untuk dapat memenuhi kebutuhan gas yang dimiliki oleh setiap konsumen, agar kebutuhan yang dimiliki oleh setiap konsumen dapat terpenuhi dengan baik.

4.3.2. Batasan dan Luaran Model Matematis

Batasan yang digunakan dalam model optimasi ini bertujuan agar jumlah gas yang diminta oleh setiap konsumen dapat terpenuhi dan sesuai dengan permintaan yang ada juga sesuai dengan kapasitas maksimal yang dapat diberikan oleh setiap *supplier*.

Batasan pertama yang digunakan dalam model ini adalah jumlah permintaan dari konsumen dapat terpenuhi dengan baik oleh *supplier* yang ada, sehingga kapasitas produksi *supplier* haruslah lebih besar dari total permintaan dari konsumen.

Tabel 4. 34 Kapasitas Maksimal Gas Setiap *Supplier*

<i>Supplier</i>	Kapasitas Maksimal	Kapasitas Maks untuk PT. Mini CNG plant, Blora
PT. CNG Plant, Gresik	5 MMSCFD	0,5 MMSCFD
PT. CNG Plant, Sidoarjo	4 MMSCFD	0,5 MMSCFD
PT. CNG Plant, Pasuruan	3 MMSCFD	0,5 MMSCFD

Tabel 4. 34 di atas menunjukkan banyaknya produksi gas yang dimiliki oleh setiap *supplier*, namun tidak seluruh kapasitas yang mereka miliki dapat digunakan seluruhnya untuk membantu pendistribusian gas yang dilakukan oleh PT. Mini CNG plant, Blora. Kapasitas gas yang tersedia untuk PT. mini CNG plant, Blora adalah sejumlah 0,5 MMSCFD untuk setiap *supplier*. Selanjutnya adalah dengan jumlah permintaan konsumen yang ada, *supplier* terpilih harus dapat memenuhinya, berikut merupakan jumlah permintaan dari konsumen.

Tabel 4. 35 Permintaan Gas Setiap Konsumen

Konsumen	Kota/Kabupaten	Jumlah Permintaan (MMSCFD)
PT. GFA	Pati	0,25
PT. GFK	Pati	0,5
PT. TTJI	Tegal	0,15
ASF	Jogjakarta	0,15

Berikut merupakan parameter yang dimasukkan ke program *excel solver* untuk dilakukan perhitungan. Dimana fungsi objektif didapat dari total penjumlahan bobot nilai setiap *supplier* dengan jumlah bobot biaya transportasi yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan distribusi. Fungsi objektif ini diatur dalam kondisi yang maksimal, dimana maksud dari fungsi objektif ini adalah untuk memaksimalkan kapasitas CNG yang dimiliki oleh setiap kandidat *supplier* yang ada untuk digunakan dalam membantu pendistribusian gas menuju konsumen. Dengan sel variable yang berubah merupakan besar kapasitas gas dari tiap konsumen yang akan dipenuhi oleh *supplier* yang akan terpilih, sesuai dengan kapasitas gas yang dimiliki oleh konsumen dan kapasitas maksimal gas yang dapat diberikan oleh setiap *supplier*. Metode yang digunakan untuk memecahkan masalah ini adalah dengan menggunakan *Linear Programming* dimana sebelumnya telah dilakukan pembobotan untuk mendapatkan indeks kriteria.



Gambar 4. 7 Excel Solver Pemilihan *Supplier*

Dari optimasi yang dilakukan menggunakan excel solver di atas didapatkan *supplier* mana saja yang bertugas untuk

membantu perusahaan Mini CNG plant, Blora untuk menyuplai gas kepada keempat konsumen yang dimiliki, seperti pada tabel berikut ini

Tabel 4. 36 Hasil Excel Solver Pemilihan *Supplier*

	GFA	GFK	TTJI	ASF	Kapasitas
CNG Plant, Gresik	0,25	0,25	0	0	$\leq 0,5$
CNG Plant, Sidoarjo	0	0	0	0	≤ 0
CNG Plant, Pasuruan	0	0,15	0,15	0,15	$\leq 0,45$
Permintaan	$\leq 0,25$	$\leq 0,4$	$\leq 0,15$	$\leq 0,15$	

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan excel solver didapatkan hasil sebagai berikut:

1. *Supplier* terpilih guna membantu pendistribusian CNG pt. Mini CNG plant, Blora adalah PT. PT. CNG Plant, Gresik dan PT. CNG Plant, Pasuruan, dengan jumlah masing-masing CNG yang dapat didistribusikan adalah 0,5 MMSCFD dari PT. PT. CNG Plant, Gresik dan 0,45 MMSCFD dari PT. CNG Plant, Pasuruan.
2. Setiap konsumen mendapatkan pasokan gas dari *supplier* yang berbeda. PT GFA mendapatkan pasokan gas 0,25 MMSCFD dari PT. PT. CNG Plant, Gresik, PT. GFK mendapatkan pasokan gas sebesar 0,15 MMSCFD dari PT. PT. CNG PLANT, GRESIK dan 0,15 MMSCFD dari PT. CNG Plant, Pasuruan, serta 0,15 MMSCFD dari PT. Mini CNG plant, Blora. Sedangkan untuk PT.TTJI dan PT. ASF mendapatkan pasokan gas dari *supplier* yang sama yaitu PT. CNG Plant, Pasuruan dengan jumlah gas yang diterima oleh masing-masing konsumen adalah 0,15 MMSCFD.
3. Hal yang menyebabkan PT.PT. CNG Plant, Gresik dapat terpilih sebagai pemasok gas adalah nilai indeks yang didapatkan oleh PT.PT. CNG Plant, Gresik menunjukkan

nilai yang optimal disetiap kriteria pemilihan, yaitu mendapatkan nilai 1, sehingga kemungkinan untuk dapat terpilih sebagai *supplier* adalah lebih besar dibandingkan dengan *supplier* lainnya.

4. Kemudian *supplier* selanjutnya yang terpilih adalah PT. CNG Plant, Pasuruan. PT. CNG Plant, Pasuruan dapat lebih unggul dibandingkan dengan PT. CNG Plant, Sidoarjo dikarenakan besarnya indeks yang dimiliki oleh PT. CNG Plant, Pasuruan mengungguli PT. CNG Plant, Sidoarjo di 3 indeks yaitu Indeks Ketepatan Waktu, Indeks Kerusakan Gas, dan Indeks Faktor Subjektif, dengan hal tersebut dapat dipastikan bahwa PT. CNG Plant, Pasuruan memiliki peluang lebih besar terpilih dibandingkan dengan PT. CNG Plant, Sidoarjo.

Jumlah permintaan konsumen yang dimasukkan kedalam pemodelan pemilihan *supplier* ini, telah dikurangi dengan jumlah kapasitas gas yang dapat dipasok oleh PT. Mini CNG plant, Blora sebesar 0,1 MMSCFD. Karena diasumsikan PT. Mini CNG plant, Blora akan mampu untuk mendistribusikan gas kepada konsumen dengan jumlah produksi gas tersebut sesuai dengan kondisi saat ini.

Hal yang berbeda dapat terjadi jika terjadi perubahan pada beberapa faktor yang bersifat subjektif dan perbedaan dalam pemberian pembobotan. Sebagai contoh, *supplier* yang terpilih akan dapat berpindah menjadi PT. CNG Plant, Sidoarjo jika:

- Besar nilai faktor subjektif yang dimiliki oleh PT. CNG Plant, Sidoarjo lebih besar dari *supplier* lain, sehingga nilai indeks faktor subjektif yang dimiliki oleh PT. CNG Plant, Sidoarjo mencapai nilai 1.
- Pada saat pembobotan pada setiap indeks yang ada, besar bobot pada faktor subjektif diberikan bobot yang paling besar dibandingkan dengan indeks lainnya dimana PT. CNG Plant, Sidoarjo memiliki nilai indeks yang lebih rendah dari *supplier* lainnya.

Kesimpulan dari model optimasi pemilihan *supplier* ini adalah hasil akhir sangat bergantung pada pembobotan yang dilakukan sebelumnya dan juga besar nilai indeks yang ada. Jika nilai indeks yang didapatkan adalah 1, maka *supplier* tersebut memiliki peluang lebih besar untuk dapat terpilih menjadi *supplier* yang optimal jika besar bobot yang diberikan pada indeks tersebut memiliki nilai yang lebih besar dari bobot lainnya.

Pada pengoptimasian seperti ini, kecenderungan hasil akan berpihak pada *supplier* yang memiliki jumlah kapasitas CNG yang lebih besar dengan jarak tempuh yang tidak begitu jauh juga dengan konsumen, bila kompetitor lainnya memiliki nilai yang sama di aspek yang sama.

4.4 Vendor Manage Inventory

Alur distribusi perusahaan dilakukan dengan menggunakan kendaraan yang disediakan oleh perusahaan Mini CNG plant, Blora, sehingga para konsumen tidak perlu untuk menggunakan kendaraan miliknya untuk mengangkut CNG yang ada. Model jaringan distribusi yang terdapat pada permasalahan di tugas akhir ini adalah perusahaan Mini CNG plant, Blora sebagai pemasok utama gas menuju konsumen akan didukung oleh *supplier* PT. CNG PLANT, GRESIK dan juga PT. CNG PLANT, PASURUAN untuk memasok gas menuju konsumen dengan demikian terdapat tiga perusahaan yang bertindak sebagai *mother station*.

Pada metode ini akan dilakukan pengoptimasian kendaraan dengan 2 kondisi, kondisi pertama adalah diasumsikan bahwa PT. Mini CNG plant, Blora mampu memasok semua permintaan gas yang dimiliki oleh konsumen, dan kondisi kedua adalah dengan besar pasokan gas yang didistribusikan dari setiap *mother station* adalah 0,15 MMSCFD untuk PT. Mini CNG plant, Blora, 0,5 MMSCFD untuk PT. CNG Plant, Gresik dan 0,45 MMSCFD untuk PT. CNG Plant, Pasuruan. Tentunya dalam melakukan pendistribusian hal yang memiliki peranan penting agar distribusi

berjalan secara optimal adalah waktu dan juga biaya pentransportasian.

Pendistribusian ini dilakukan di daerah Jawa Timur dan Jawa Tengah, dimana meliputi Kabupaten Blora, Kabupaten Pati, Kota Tegal, Jogjakarta, Kota Gresik dan Kabupaten Pasuruan.

Berikut merupakan model alur distribusi yang mungkin untuk dilakukan oleh perusahaan PT. Mini CNG plant, Blora menuju kesemua konsumen yang ada, CNG plant, Gresik menuju konsumen GFA dan GFK, serta CNG plant, Pasuruan menuju konsumen GFK, TTIJ dan ASF.



Gambar 4. 8 Model Jaringan Distribusi

Berdasarkan Gambar 4.8 di atas mengenai model jaringan distribusi, diketahui dapat terbentuk beberapa rute distribusi dari mother station, yang dalam hal ini mother station tersiri atas 3 yaitu PT. Mini CNG plant, Blora, PT. CNG Plant, Gresik, dan juga PT. CNG Plant, Pasuruan, menuju keempat konsumen yang telah diketahui letak lokasi dan juga jumlah permintaan yang dimilikinya. Rute yang dapat terbentuk adalah:

Tabel 4. 37 Rute dari PT. Mini CNG plant, Blora

No.	Rute	d_{ij} (km)	<i>Demand</i> (MMSCFD)
1	A - 1 - A	164,6	0,25
2	A - 2 - A	169,8	0,5
3	A - 3 - A	612	0,15
4	A - 4 - A	372	0,15
5	A - 1 - 2 - A	170,1	0,75
6	A - 1 - 3 - A	648,3	0,4
7	A - 1 - 4 - A	461,3	0,4
8	A - 2 - 3 - A	649,9	0,65
9	A - 2 - 4 - A	463,9	0,65
10	A - 3 - 4 - A	728	0,3
11	A - 1 - 2 - 3 - A	650,2	0,9
12	A - 1 - 2 - 4 - A	530,2	0,9
13	A - 1 - 3 - 4 - A	764,3	0,55
14	A - 2 - 3 - 4 - A	765,9	0,8
15	A - 1 - 2 - 3 - 4 - A	723,2	1,05

Berdasarkan dengan bentuk jaringan distribusi yang dimiliki oleh PT. Mini CNG plant, Blora, dapat terbentuk 15 rute yang mungkin untuk dilakukannya proses distribusi. Kelima belas rute ini kemudian haruslah ditinjau kembali apakah rute tersebut dapat mungkin untuk menjadi rute yang optimal dalam mendistribusikan gas menuju konsumen yang ada.

Berdasarkan Gambar 4. 8 di atas, dapat terbentuk tiga rute yang mungkin untuk dilakukannya distribusi gas. Yaitu dari PT. CNG Plant, Gresik langsung menuju konsumen kemudian kembali lagi menuju PT. CNG Plant, Gresik, atau dengan melakukan multi rute, dengan menggabungkan kedua konsumen yang ada untuk satu kali pengangkutan. Jumlah CNG yang didistribusikan adalah 0.5 MMSCFD, dengan pasokan untuk masing-masing konsumen adalah sebesar 0.25 MMSCFD. Dimana hal tersebut dapat dilihat dari Tabel 4. 39 di bawah ini.

Tabel 4. 38 Rute dari PT. CNG Plant, Gresik

No.	Rute	d_{ij} (km)	<i>Demand</i> (MMSCFD)
1	B – 1 – B	424	0,25
2	B – 2 – B	430	0,25
3	B – 1 – 2 – B	429,9	0,5

Selanjutnya pada Gambar 4.10 merupakan model jaringan distribusi yang dilakukan menuju PT. GFK, PT.TTJI, dan PT. ASF. Kombinasi rute yang memungkinkan dapat terbentuk lebih banyak dibandingkan dengan kombinasi rute yang ada di PT. CNG Plant, Gresik. Besar kapasitas gas yang didistribusikan oleh PT. CNG Plant, Pasuruan mencapai 0,45 MMSCFD untuk dapat memenuhi jumlah permintaan konsumen yang ada.

Berikut merupakan susunan rute yang dapat terbentuk dari model jaringan distribusi PT. CNG plant, Pasuruan yang ada.

Tabel 4. 39 Rute dari PT. CNG Plant, Pasuruan

No.	Rute	d_{ij} (km)	<i>Demand</i> (MMSCFD)
1	C-2-C	524	0,15
2	C-3-C	1.042	0,15
3	C-4-C	636	0,15
4	C-2-3-C	1.042	0,30
5	C-2-4-C	773	0,30
6	C-3-4-C	1.075	0,30
7	C-2-3-4-C	1.075	0,45

Dimana keterangan mengenai tabel di atas adalah, A mewakili PT. Mini CNG plant, Blora, B mewakili PT. CNG Plant, Gresik dan C mewakili PT. CNG Plant, Pasuruan. Sedangkan untuk keterangan angka mewakili konsumen yang ada, dimana 1 merupakan PT. GFA, 2 merupakan PT. GFK, 3 merupakan PT.TTJI dan 4 merupakan PT. ASF.

Berdasarkan Tabel 4. 37, Tabel 4. 38, Tabel 4. 39, dan Tabel 4. 40 diketahui bahwa kombinasi rute pendistribusian dapat

dimungkinkan untuk melakukan bongkar muat di dua konsumen atau lebih. Sebagai contoh rute A – 1 – 3 – A dimana gas ditransportasikan dari PT. Mini CNG plant, Blora menuju PT. GFA, kemudian setelah GFA selesai, kendaraan kemudian menuju PT.TTJI untuk melakukan bongkar muatan yang tersisa dari truk sebelumnya. Tentunya dengan melakukan hal seperti itu, kendaraan yang digunakan untuk mengangkut gas haruslah dapat menampung minimal sejumlah gas yang dibutuhkan, jika kendaraan tidak dapat mengangkut sejumlah gas yang dibutuhkan, maka tidak bisa untuk dilakukan multi rute seperti beberapa contoh rute distribusi di atas.

Jenis kendaraan yang digunakan untuk mendistribusikan sejumlah permintaan gas yang ada terdiri atas dua jenis tipe container truk, dengan kapasitas masing-masing yang dimiliki oleh truk adalah 161.312 scf untuk container truk tipe 1 yaitu GTM IGX dan 195.263 scf untuk container tipe 2 yaitu GTM Xperion. Pada metode ini akan diketahui jumlah perjalanan yang akan dilakukan oleh masing-masing jenis kendaraan untuk dapat menyuplai kebutuhan yang dimiliki oleh konsumen agar tidak mengalami kehabisan persediaan gas.

4.4.1. Penentuan *Feasible Route*

Sebelum menuju ke langkah selanjutnya yaitu penentuan jumlah kendaraan yang digunakan, tipe kendaraan yang digunakan serta berapa banyak perjalanan yang harus dilakukan oleh perusahaan dan juga *supplier* untuk dapat memenuhi kebutuhan konsumen agar tidak mengalami kehabisan stok pada saat tertentu harus dipilih terlebih dahulu variasi rute yang memungkinkan untuk dilakukannya pendistribusian.

Dari Tabel 4. 41 diketahui terdapat 15 variasi rute yang dapat tercipta dari kombinasi PT. Mini CNG plant, Blora menuju keempat konsumen yang ada. Dari ke 15 rute tersebut rute yang memungkinkan untuk dilakukannya distribusi adalah rute A – 1 – A, A – 2 – A, A – 3 – A, dan A – 4 – A, hal ini disebabkan oleh kondisi pendistribusian yang ada, dimana 1 GTM yang ada tidak

dapat digunakan untuk melayani 2 konsumen sekaligus atau bahkan lebih karena di tempat konsumen tidak ada kapasitas penyimpanan gas sehingga GTM bertindak sebagai tempat penyimpanan gas juga.

Oleh karena itu multi rute tidaklah mungkin untuk dilakukan. Begitu pula dengan hal yang terjadi di supplier lainnya, rute terpilih adalah rute dengan tipe *single route*.

Tabel 4. 40 *Feasible Route*

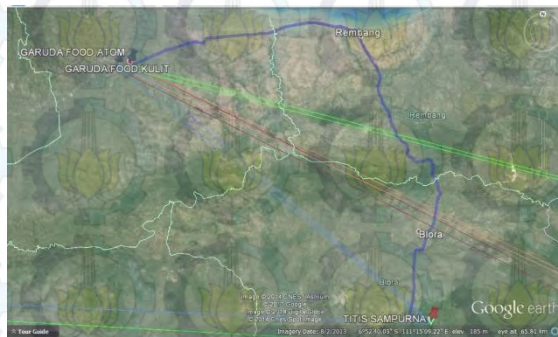
No.	Rute	d_{ij} (km)	Demand (MMSCFD)
1	A - 1 - A	164,6	0,25
2	A - 2 - A	169,8	0,5
3	A - 3 - A	612	0,15
4	A - 4 - A	372	0,15
5	B - 1 - B	424	0,25
6	B - 2 - B	430	0,25
7	C - 2 - C	524	0,15
8	C - 3 - C	1.042	0,15
9	C - 4 - C	636	0,15

Dari hasil penentuan rute di atas, didapatkan 9 rute yang dilakukan oleh PT. Mini CNG plant, Blora beserta PT. CNG Plant, Gresik dan PT. CNG Plant, Sidoarjo dengan jenis rute yang didapatkan adalah *single route*. Dan dari setiap rute yang ada sudah memiliki berapa besar kapasitas CNG yang akan didistribusikan, dimana kapasitas terbesar dimiliki oleh konsumen GFK dengan besar permintaan gas yang dimiliki mencapai 0.5 MMSCFD. Berikut merupakan peta jalur distribusi yang dilewati untuk melakukan pendistribusian berdasarkan validasi rute yang dilakukan dengan pihak Mini CNG plant, Blora.



Gambar 4. 9 Rute A - 1 – A

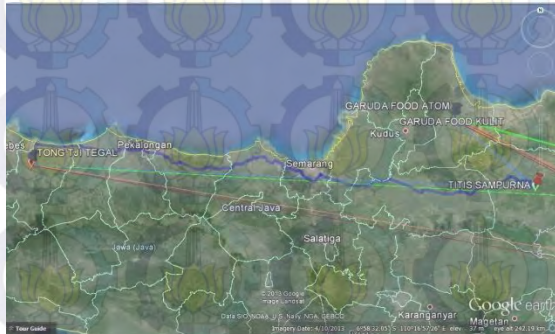
Gambar di atas merupakan rute yang dilalui dari PT. Mini CNG plant menuju konsumen GFA dan begitu pula sebaliknya. Dimana rute yang dilalui adalah melalui Rembang kemudian Juwana sebelum sampai menuju GFA. Rute yang dilalui ini merupakan jalan provinsi dengan klasifikasi kelas jalan II. Panjang rute yang ditempuh adalah 164,6 km untuk 1 kali *round trip*.



Gambar 4. 10 Rute A - 2 – A

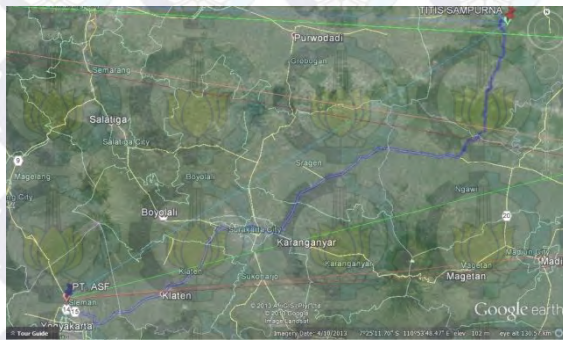
Gambar 4. 12 merupakan gambar yang menunjukkan rute A - 2 - A pada kondisi sebenarnya. Rute yang ditempuh untuk menuju konsumen GFK ini dari PT. mini CNG plant tidaklah jauh berbeda dengan rute yang ditempuh oleh rute A - 1 - A,

dikarenakan letak konsumen GFA dan GFK berada dalam satu kabupaten yang sama. Jarak yang ditempuh untuk rute A – 2 – A ini adalah 169,8 km untuk 1 kali round trip.



Gambar 4. 11 Rute A - 3 – A

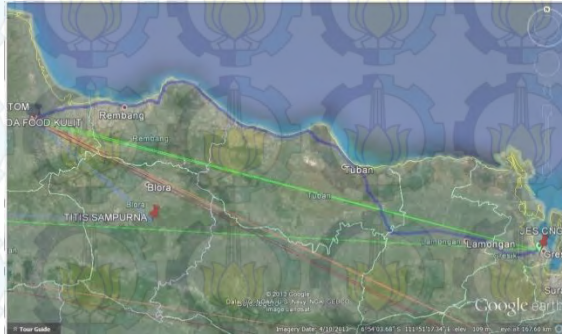
Gambar 4. 13 di atas merupakan rute yang dilalui dari PT. mini CNG plant menuju konsumen 3 yaitu PT. TTJI yang terletak di Tegal. Dengan jarak tempuh yang dilalui oleh truk untuk melakukan 1 kali round trip adalah 612 km. rute yang dilalui yaitu melalui Purwodadi, Semarang kemudian Pekalongan.



Gambar 4. 12 Rute A - 4 – A

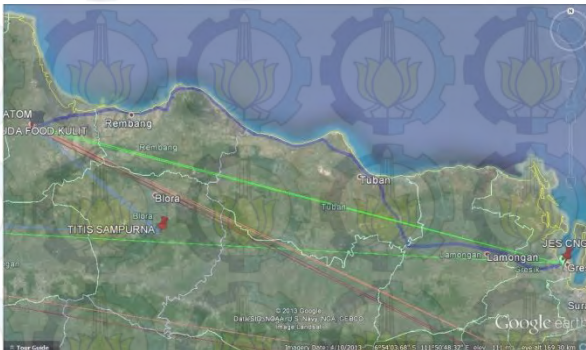
Rute A – 4 – A yang ditunjukkan dengan Gambar 4. 14 di atas merupakan jalan yang dilalui oleh truk menuju konsumen ASF. Dengan jarak tempuh yang dilalui adalah 372 km untuk 1

kali round trip. Kota – kota yang dilalui untuk melakukan pendistribusian ini adalah dengan melewati Kota Madiun, Ngawi, Sragen.



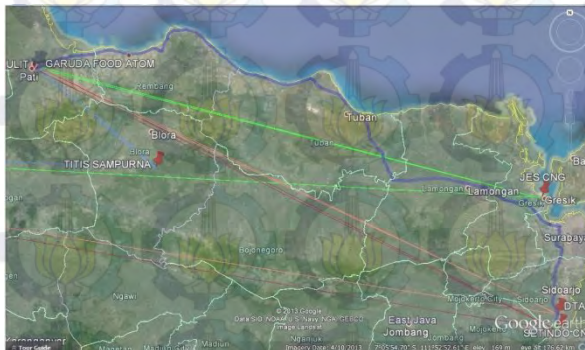
Gambar 4. 13 Rute B - 1 – B

Gambar 4. 15 di atas merupakan rute yang dilalui dari supplier CNG plant, Gresik menuju konsumen GFA. Rute yang dilalui adalah pantai utara Pulau Jawa. Dengan panjang rute yang dilalui adalah 424 km dari Gresik menuju Pati kemudian menuju Gresik lagi.



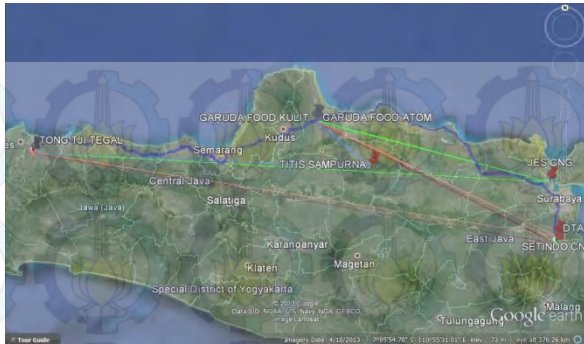
Gambar 4. 14 Rute B - 2 – B

Rute selanjutnya adalah B – 2- B yaitu dari CNG plant, Gresik menuju konsumen GFK yang terletak di Pati. Jalur yang ditempuh tidaklah jauh berbeda dengan rute B – 1 – B. dimana jalan yang digunakan untuk melakukan pendistribusian merupakan jalan provinsi yang termasuk dalam kelas jalan II. Panjang jalan yang dilalui oleh rute ini adalah 430 km untuk 1 kali round trip. Rute ini melalui daerah Lamongan, Tuban, Rembang, dan Juwana melalui jalur pantai utara Jawa.



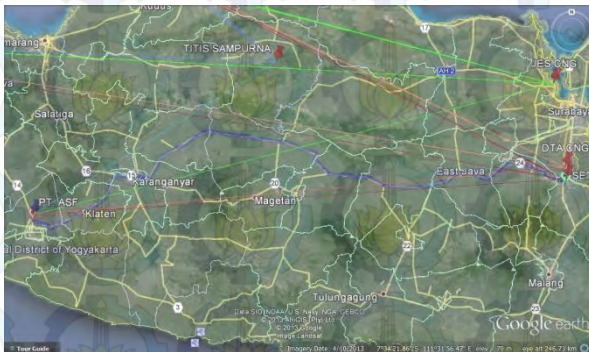
Gambar 4. 15 Rute C - 2 – C

Konsumen GFK yang terletak di Pati juga dipasok oleh supplier CNG plant, Pasuruan. Dengan besar CNG yang didistribusikan adalah 0,15 MMSCFD. Jarak yang ditempuh untuk melakukan proses distribusi ini adalah 524 km, untuk 1 kali round trip. Alur yang digunakan untuk pendistribusian melalui jalur pantai utara Jawa, dimana jalur tersebut memang biasa digunakan untuk truk-truk besar melakukan pendistribusian dan merupakan jalan provinsi dimana kapasitas maksimum yang dapat diterima oleh jalan tersebut mencapai 10 Ton.



Gambar 4. 16 Rute C - 3 – C

Rute selanjutnya yang terpilih adalah dari CNG plant, Pasuruan menuju konsumen TTJI di Tegal. Jarak yang ditempuh cukup jauh dibandingkan dengan jarak yang ditempuh oleh rute lainnya mencapai 1.042 km untuk 1 kali round trip.



Gambar 4. 17 Rute C - 4 – C

Rute C – 4 – C merupakan rute yang dilakukan dari CNG plant, Pasuruan menuju konsumen ASF. Rute yang dilalui menuju arah selatan pulau Jawa. Jarak tempuh yang dilalui oleh rute ini adalah 436 km.

Berdasarkan pemilihan rute di atas, diketahui besarnya biaya bahan bakar dan oli yang dapat terjadi sesuai dengan perumusan oleh Dinas Pekerjaan Umum di atas adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 41 Tabel Biaya Bahan Bakar dan Biaya Oli untuk Rute Terpilih

No.	Rute	d_{ij} (km)		BBBM (USD)	BO (USD)
1	A - 1 - A	164.6	GTM 1	45,71	6,914
			GTM 2	48,66	6,914
2	A - 2 - A	169.8	GTM 1	47,15	7,13
			GTM 2	50,19	7,13
3	A - 3 - A	612	GTM 1	169,94	25,706
			GTM 2	180,91	25,706
4	A - 4 - A	372	GTM 1	103,29	15,625
			GTM 2	109,96	15,625
5	B - 1 - B	424	GTM 1	117,74	17,81
			GTM 2	125,33	17,81
6	B - 2 - B	430	GTM 1	119,4	18,06
			GTM 2	127,1	18,06
7	C - 2 - C	524	GTM 1	145,51	22
			GTM 2	154,89	22
8	C - 3 - C	1042	GTM 1	289,35	43,77
			GTM 2	308,02	43,77
9	C - 4 - C	636	GTM 1	176,61	91,59
			GTM 2	188	91,59

Pada Tabel 4. 41 di atas terlihat bahwa terdapat perbedaan biaya bahan bakar antara GTM tipe 1 dan GTM tipe 2, hal ini dikarenakan adanya perbedaan berat kendaraan dari kedua GTM tersebut, semakin berat beban yang diangkut akan menyebabkan semakin banyak juga konsumsi bahan bakar yang dikeluarkan. Pada kasus ini berat kendaraan yang dimiliki oleh GTM 2 sebesar 22,8 ton sedangkan GTM 1 sebesar 19 ton. Biaya konsumsi oli yang digunakan oleh kedua truk tidaklah mengalami perbedaan yang sangat signifikan walaupun kendaraan memiliki perbedaan berat.

Jauhnya jarak yang harus dilalui oleh kendaraan tersebut sangat mempengaruhi banyaknya konsumsi bahan bakar maupun oli yang digunakan oleh kendaraan. Sehingga semakin jauh jaraknya maka biaya konsumsi bahan bakar dan konsumsi oli akan semakin besar. Sebagai contoh adalah Rute A – 1 – A, dengan jarak tempuh pendistribusian sejauh 164,6 km, dan Rute C – 3 – C, dengan jarak tempuh 1.042 km, kedua Rute tersebut memiliki perbedaan biaya bahan bakar minyak yang signifikan dimana dengan Rute A – 1 – A biaya yang diperlukan adalah sekitar \$46 sedangkan untuk Rute C – 3 – C, biaya yang dihabiskan adalah \$300 untuk sekali pengiriman. Hal serupa juga terjadi untuk biaya konsumsi oli yang digunakan oleh kendaraan.

4.4.2. Pemodelan Matematis

Untuk memecahkan permasalahan jumlah kendaraan dan banyak perjalanan yang harus dilakukan oleh suatu tipe kendaraan terhadap jumlah permintaan yang dimiliki oleh konsumen digunakan pemodelan matematis sebagai berikut:

Minimize

$$\sum_{r:r \in R} \sum_{k=1}^2 c_r^k z_r^k + M_k c_k \quad 4.18$$

Dengan c_r merupakan biaya optimal yang digunakan untuk melakukan pendistribusian melalui rute r yang telah ditentukan sebelumnya, z_r merupakan variable yang menyatakan banyak perjalanan yang dilakukan oleh kendaraan dalam kurun waktu T tertentu, kemudian M_k merupakan konstanta dimana M_k menunjukkan jumlah kendaraan tipe k yang terpilih, dan c_k merupakan harga dri truk k yang digunakan dalam pendistribusian. Fungsi objektif dari pemodelan ini adalah dengan mendapatkan biaya paling minimum yang digunakan untuk melakukan pendistribusian menuju konsumen sejumlah dengan banyaknya perjalanan yang dilakukan dengan tipe kendaraan yang terpilih.

Pada pemodelan matematis yang akan digunakan, sebelumnya adalah menentukan terlebih dahulu besarnya nilai

yang akan dihasilkan dari proses optimasi, nilai-nilai ini sangat tergantung dengan hasil dari pengoptimasian.

Perhitungan-perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Waktu pendistribusian

Jarak : kecepatan rata-rata

$$t_d = \frac{d_{ij}}{v_r} \quad 4.19$$

2. Waktu pendistribusian round trip

Merupakan waktu yang digunakan untuk melakukan perjalanan bolak-balik dari supplier menuju konsumen.

Waktu distribusi x 2

$$t_{rt} = 2 \times t_d \quad 4.20$$

3. Total waktu GTM_k

Waktu pendistribusian round trip + Waktu Loading + Waktu Unloading

$$t_{tot} = t_{rt} + t_l + t_u \quad 4.21$$

4. Waktu operasi per-minggu

(Total Waktu GTM_k x banyaknya pendistribusian)/24 jam

$$t_{ot} = (t_d \times z_l^k) / 24 \quad 4.22$$

5. Total biaya pendistribusian

Biaya pendistribusian x banyaknya pendistribusian x jumlah kendaraan

$$c_{td} = c_d \times z_r^k \times M_k \quad 4.23$$

6. Biaya bahan bakar minyak (BBBM)

Jarak x KBBM x HBBM x banyaknya pendistribusian x jumlah kendaraan

$$BBBM = d_{ij} \times KBBM \times HBBM \times z_r^k \times M_k \quad 4.24$$

7. Biaya Oli (BO)

Jarak x KO x HO x banyaknya pendistribusian x jumlah kendaraan

$$BO = d_{ij} \times KO \times HO \times z_r^k \times M_k \quad 4.25$$

4.4.3. Batasan dan Keluaran

Batasan yang digunakan untuk memecahkan permasalahan distribusi ini adalah sebagai berikut

$$\sum_{t:t \in r} y_{ir} \leq \min(M_k Q_k, \sum_{t:t \in r} C_t) z_r \quad \forall r \in R \quad 4.26$$

$$y_{ir} \leq \min(M_k * Q_k, C_i) z_r \quad \forall i \in r \quad \forall r \in R \quad 4.27$$

$$\sum_{r:i \in r} y_{ir} = TU_i \quad \forall i \quad 4.28$$

$$z_r = \text{integer} \quad 4.29$$

$$M_k = \text{integer} \quad 4.30$$

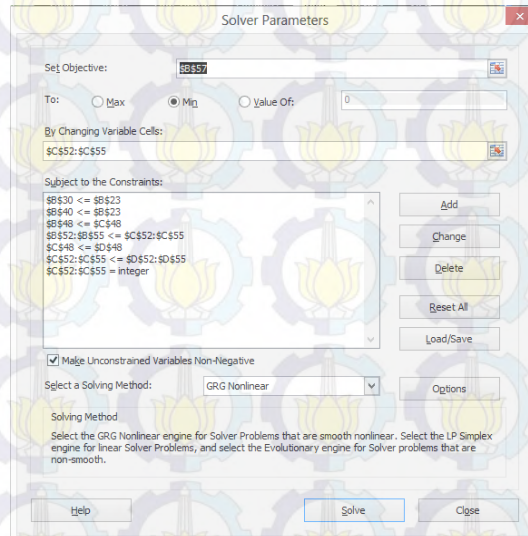
$$y_{ir} \geq 0 \quad 4.31$$

Dimana maksud dari batasan pertama adalah total volume yang akan dikirimkan dengan rute r pada periode perencanaan kurang dari atau sama dengan jumlah kapasitas minimum dari kendaraan tipe k dan dikalikan dengan banyaknya jumlah perjalanan yang dilakukan oleh setiap kendaraan pada rute r yang telah ditentukan.

Batasan yang kedua menjelaskan mengenai perusahaan tidak akan mengirimkan sejumlah barang (dalam hal ini gas) kepada konsumen dengan kapasitas melebihi jumlah kapasitas kendaraan k dan banyaknya perjalanan yang dilakukan pada rute r .

Batasan ketiga adalah total volume yang dikirimkan oleh perusahaan supplier haruslah sama dengan jumlah pemakaian yang dilakukan oleh konsumen pada jangka waktu T tertentu.

Nilai dari banyaknya jumlah perjalanan z_r merupakan nilai yang integer, dan jumlah dari kapasitas gas yang dikirimkan menuju konsumen adalah lebih besar atau sama dengan nol.



Gambar 4. 18 Excel Solver VMI

Gambar 4. 20 merupakan pengaplikasian model matematika yang ada dengan menggunakan program excel solver. Berikut merupakan pemodelan yang dilakukan kepada rute dengan model Rute A – 1 – A, dengan rute dari PT. Mini CNG plant, Blora menuju PT. GFA, dengan panjang rute adalah 164,6 Km dan jumlah gas yang diminta adalah 0,25 MMSCFD. Kemudian terdapat dua jenis tipe kendaraan yang akan dilakukan optimasi juga terhadap berapa jumlah yang optimal kendaraan tersebut harus digunakan untuk pendistribusian, yaitu GTM IGX dan GTM Xperion dengan kapasitas masing-masing yang dimiliki adalah 161.312 SCF dan 195.263 SCF.

Input data yang digunakan untuk melakukan optimasi ini dapat terlihat pada tabel di bawah ini

Tabel 4. 42 Input Data Optimasi

<i>INPUT DATA</i>		
Volume Kontainer Truk 1	161.312	SCF
Volume Kontainer Truk 2	195.263	SCF
Jarak A - 1 - A	164,6	km
KBBM1	0,505	liter/km
KBBM2	0,537	liter/km
HBBM	0,55	USD/liter
KO1	0,012	liter/km
KO2	0,012	liter/km
HO	3,5	USD/liter
Harga Kontainer Truk 1	480.000	USD
Harga Kontainer Truk 2	420.000	USD
Biaya Pendistribusian GTM 1	250	USD
Biaya Pendistribusian GTM 2	250	USD
Waktu Pengisian GTM 1	24	jam
Waktu Pengisian GTM 2	25	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 1	14	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 2	15	jam
Kecepatan Rata-Rata Truk	35	km/jam
Jumlah Gas Konsumen	0,25	MMSCFD
Hari Operasi Truk	7	hari

Data mengenai biaya bahan bakar dan biaya penggunaan oli juga dimasukkan guna mendapatkan jumlah truk secara optimal, dimana truk ini akan dikompertisikan optimasinya tidak hanya dengan harga kontainer yang dimiliki, melainkan juga berdasarkan biaya operasional yang dikeluarkan. Sehingga pengoptimasian yang dilakukan juga akan ditentukan berdasarkan jumlah kegiatan operasional yang dilakukan, semakin banyak operasional yang dilakukan oleh GTM 2 yang memiliki biaya bahan bakar yang lebih besar dari GTM 1 akan menyebabkan biaya operasional bertambah.

Selanjutnya adalah melakukan beberapa perhitungan untuk dapat menentukan total waktu yang digunakan dan besarnya biaya bahan bakar, oli dan pendistribusian yang dikeluarkan.

Tabel 4. 43 Perhitungan

PERHITUNGAN		
GTM Tipe 1		
Waktu Pendistribusian	4,7	jam
Waktu Pendistribusian Round Trip	9,4	jam
Total Waktu GTM 1	47,4	jam
Waktu Operasi per Minggu	5,92	hari
Biaya Pendistribusian	1.500	USD
BBBM1	274,24	USD
BO1	41,48	USD
GTM Tipe 2		
Waktu Pendistribusian	4,7	jam
Waktu Pendistribusian Round Trip	9,4	jam
Total Waktu GTM 2	49,4	jam
Waktu Operasi per Minggu	6,2	hari
Biaya Pendistribusian	1.500	USD
BBBM1	291,93	USD
BO1	41,48	USD

Tabel perhitungan ini merupakan rumusan yang telah dijelaskan sebelumnya, dengan beberapa point yang ada di atas seperti Total Waktu GTM, Waktu Operasi per Minggu, Biaya Pendistribusian, BBBM, dan BO yang memiliki ketergantungan hasil dengan hasil pengoptimasian yang ada seperti jumlah GTM yang terpakai dan jumlah perjalanan yang ada. Waktu operasi per minggu merupakan sebuah konstrain dimana pada kasus ini hari pengoperasian dilakukan selama satu minggu (7 hari).

Tabel 4. 44 Keluaran Hasil Optimasi

	min	$g(x)$	max
Jumlah Gas Konsumen	2,119,120.7	2,139,450	2,140,526
KELUARAN			
	min	$g(x)$	max
Kontainer GTM 1	0	2	10.000
Kontainer GTM 2	0	2	10.000

Tabel dilanjutkan pada Tabel 4.45

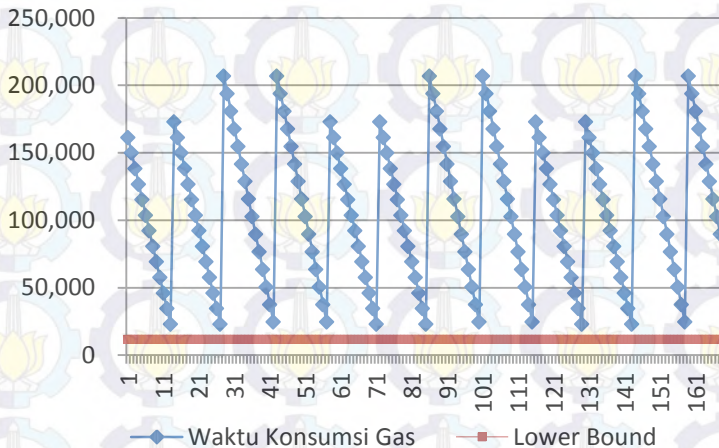
Tabel 4. 45 Lanjutan Keluaran Hasil Optimasi

Jumlah Perjalanan GTM 1	0	3	10.000
Jumlah Perjalanan GTM 2	0	3	10.000
Fungsi Objektif	1.803.649	USD	
Biaya Operasional	3.649	USD	

Berdasarkan konstrain yang telah dimasukkan dalam excel solver dan juga perumusan fungsi objektif yang bertujuan untuk meminimalkan biaya yang ada, maka di dapatkan hasil seperti pada Tabel 4. 47 dan Tabel 4. 48 di atas, dimana container GTM yang terpilih terdiri atas kombinasi GTM 1 dan 2, dengan jumlah masing-masing 2 GTM. Dan banyaknya perjalanan yang harus ditempuh oleh setiap GTM sebanyak 3 kali untuk menuju konsumen GFA. Sehingga total perjalanan yang ada untuk melayani konsumen GFA adalah 12 kontainer. Dan jumlah gas yang dikirimkan merupakan jumlah gas yang dibutuhkan oleh konsumen selama 7 hari dengan penambahan kapasitas 2 GTM dengan volume GTM yang digunakan adalah volume yang paling banyak, dimana hal ini dilakukan karena batasan maksimal yang dimiliki oleh perusahaan adalah dapat menampung sejumlah 2 GTM di perusahaannya dalam masa pembongkaran muatan.

Sehingga didapatkan profil pengiriman GTM seperti pada Gambar 4. 12 di bawah ini. Dimana pada waktu 0 jam, GTM yang juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan CNG akan mulai untuk mengisi GTM menuju *burner* yang dimiliki oleh konsumen, yang kemudian akan selalu berkurang kapasitasnya sesuai dengan laju konsumsi yang dimiliki oleh konsumen. Gambar 4. 12 di bawah ini akan menggambarkan mengenai pengisian GTM selama satu minggu di perusahaan GFA sesuai dengan jumlah GTM dan jumlah perjalanan yang didapat dari pengoptimasian.

SUBSET A - 1 - A SELAMA 7 HARI



Gambar 4. 19 Grafik A-1-A Selama 7 hari

Berdasarkan Gambar 4. 21 diketahui bahwa pengisian GTM dilakukan sebelum konsumen kehabisan stok gas yang dimiliki, sehingga GTM selanjutnya harus sudah stand by di konsumen. Dikarenakan pemakaian GTM pada Rute A – 1 – A ini merupakan kombinasi dari kedua jenis GTM, maka pada grafik terlihat perbedaan volume ketika GTM dengan volume lebih kecil mengisi pasokan gas, dengan GTM yang memiliki volume lebih besar. Lama waktu yang diperlukan juga mengalami perbedaan, dimana GTM dengan volume lebih besar lebih lama habis dibandingkan dengan GTM yang satunya.

Cara yang sama juga dilakukan untuk menyelesaikan kasus pada Rute lainnya, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. 46 Hasil Optimasi Untuk Mini CNG plant, Blora

Rute	GTM 1	z_r^1	GTM 2	z_r^2	Fungsi Objektif
A - 1 - A	2	3	2	3	\$ 1.803.324,6
A - 2 - A	6	4	0	0	\$ 2.886.651,4

Tabel dilanjutkan pada Tabel 4.47

Tabel 4. 47 Lanjutan Hasil Optimasi Untuk Mini CNG Plant, Blora

A - 3 - A	2	2	2	2	\$1.803.524,5
A - 4 - A	2	2	2	2	\$ 1.803.209
Total	12		6		\$ 8.296.709,5

Pada Tabel 4. 48 dn Tabel 4.49 merupakan optimasi yang dilakukan dengan asumsi PT. Mini CNG plant, Blora mampu untuk mendistribusikan seluruh permintaan konsumen yang ada oleh perusahaan itu sendiri, dan juga jumlah produksi yang dimiliki oleh PT. Mini CNG plant, Blora mampu untuk menutupi seluruh permintaan yang ada. Berdasarkan hasil optimasi diketahui untuk Rute A – 1 – A, A – 3 – A, dan A – 4 – A, terdiri atas kombinasi GTM 1 dan GTM 2. Dengan jumlah perjalanan yang menyesuaikan dengan kebutuhan CNG yang dimiliki oleh setiap konsumen, dengan terbatas waktu pendistribusian selama 7 hari. Rute A – 2 – A memiliki GTM yang digunakan hanya tipe GTM 1, dengan jumlah 6 buah GTM, dengan 4 kali melakukan perjalanan distribusi.

Sehingga total GTM yang harus dimiliki oleh perusahaan adalah sejumlah 18 GTM dengan kombinasi 12 GTM tipe 1 dan 6 GTM tipe 2. Dengan total biaya pengadaan GTM dan biaya distribusi yang dilakukan selama seminggu adalah 8,3 juta USD.

Untuk penyelesaian model kedua dimana konsumen mendapatkan pasokan CNG tidak hanya melalui PT. Mini CNG plant, Blora melainkan juga mendapatkan bantuan dari supplier lainnya dilakukan dengan menggunakan cara yang sama dan hasil dari pengoptimasian tersebut terdapat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 48 Hasil Optimasi Untuk Supplier Lain

Rute	GTM 1	z_1	GTM 2	z_2	Fungsi Objektif
B – 1 – B	2	3	2	3	\$ 1.803.956,1
A – 2 – A*	1	4	1	4	\$ 903.023,217
B – 2 – B	1	6	1	6	\$ 905.047,91
C – 2 – C	1	4	1	4	\$ 903.168,84

Tabel dilanjutkan pada Tabel 4. 49

Tabel 4. 49 Lanjutan Hasil Optimasi Untuk Supplier Lain

C – 3 – C	2	2	2	2	\$ 1.804.169,8
C – 4 – C	2	2	2	2	\$ 1.803.636,1
Total	9		9		\$ 8.123.001,97

Tabel 4. 48 dan Tabel 4. 49 merupakan tabel hasil optimasi untuk kondisi perusahaan dimana perusahaan Mini CNG plant, Blora tidak dapat untuk mendistribusikan semua permintaan yang ada oleh perusahaan itu sendiri, sehingga membutuhkan bantuan dari perusahaan lain.

Namun dalam hasil pengoptimasian ini, hasil yang diberikan tidaklah jauh berbeda dengan hasil yang dimiliki jika perusahaan Mini CNG plant, Blora melakukan pendistribusian oleh perusahaan sendiri. Dimana Rute A – 1 – A dan B – 1 – B, yang mendistribusikan CNG menuju konsumen 1 yaitu PT. GFA dengan jumlah permintaan yang dimiliki oleh GFA adalah 0,25 MMSCFD, memiliki jumlah GTM dan jumlah perjalanan yang sama untuk dapat mendistribusikan CNG yang dibutuhkan, yaitu GTM 1 dengan jumlah 2 unit dan GTM 2 dengan jumlah 2 unit juga, dengan masing-masing banyak perjalanan untuk pendistribusian adalah 3 kali untuk setiap GTM. Hasil dari fungsi objektif yang dimiliki tentunya mengalami perbedaan, dimana perbedaan yang ada dikarenakan biaya operasional yang dimiliki oleh Rute B – 1 – B lebih besar dibandingkan dengan Rute A – 1 – A, karena jarak tempuh untuk melakukan distribusi dari supplier B yaitu PT. CNG Plant, Gresik lebih jauh dibandingkan dengan pendistribusian jika dilakukan dari PT. Mini CNG plant, Blora, A.

Hal serupa juga dimiliki oleh Rute A – 3 – A dengan C – 3 – C, dan Rute A – 4 – A dengan C – 4 – C. Dimana perbedaan yang dimiliki adalah jumlah biaya operasional yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan distribusi, karena letak dari supplier C yaitu PT. CNG Plant, Pasuruan lebih jauh menuju konsumen dibandingkan dengan pendistribusian dari PT. Mini CNG plant, Blora.

Pada pendistribusian menuju konsumen 2 yaitu PT. GFK, dimana jumlah permintaan yang dimiliki oleh konsumen ini adalah 0,5 MMSCFD, sehingga menyebabkan jumlah GTM dan juga banyak pendistribusian lebih banyak dibandingkan dengan konsumen lainnya.

Hasil yang dimiliki oleh dua kondisi yang berbeda dimana konsumen PT. GFK hanya disuplai oleh satu supplier yaitu PT. Mini CNG plant, Blora dan disuplai oleh tiga supplier berbeda yaitu PT. Mini CNG plant, Blora, PT. CNG Plant, Gresik dan PT. CNG Plant, Pasuruan menunjukkan hasil yang berbeda. Hasil yang terjadi adalah apabila pendistribusian dilakukan langsung oleh PT. Mini CNG plant, Blora akan mendapatkan hasil jumlah GTM yang digunakan adalah 6 GTM dengan GTM tipe 1 dan melakukan pendistribusian sebanyak 4 kali untuk masing-masing GTM, sehingga terdapat 24 kali pendistribusian GTM. Sedangkan untuk hasil dari pengoptimasian dengan menggunakan supplier yang berbeda (PT. Mini CNG plant, Blora, PT. CNG Plant, Gresik, PT. CNG Plant, Pasuruan) GTM yang digunakan memiliki hasil tipe GTM yang bervariasi, dengan jumlah 3 GTM tipe 1 dan 3 GTM tipe 2. Dengan hasil total perjalanan distribusi yang dilakukan sebanyak 28 kali selama satu minggu. Bila dibandingkan dengan Rute A – 2 – A, maka terdapat 4 pendistribusian yang melebihi hitungan Rute bila PT. Mini CNG plant, Blora bertindak sebagai supplier tunggal.

Salah satu penyebab dari terjadinya perbedaan ini adalah, pada Rute A – 2 – A* yang merupakan pendistribusian yang dilakukan oleh perusahaan Mini CNG plant, Blora untuk membantu dalam pendistribusian gas yang dilakukan oleh dua supplier lain, memiliki besar CNG untuk didistribusikan adalah 0,15 MMSCFD, dimana jumlah ini merupakan jumlah yang lebih besar 0,05 MMSCFD dibandingkan dengan jumlah permintaan yang dimiliki, hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil optimasi yang dapat optimal.

Kemudian penyebab selanjutnya adalah variasi dari jumlah CNG yang didistribusikan oleh supplier lainnya, dimana PT.

CNG Plant, Gresik mendistribusikan sebanyak 0,25 MMSCFD dan PT. CNG Plant, Pasuruan sebanyak 0,15 MMSCFD. Sehingga solver akan mencari kombinasi yang optimum dalam pendistribusian yang akan dilakukan.

Terlepas dari perbedaan yang terjadi, terdapat kesamaan yang terjadi, yaitu jumlah GTM yang dipergunakan berjumlah 6 GTM, sehingga apabila salah satu dari hasil model optimasi di praktekkan dalam pendistribusian, tetap akan bisa untuk memenuhi kebutuhan yang dimiliki oleh konsumen.

Total akhir yang dimiliki oleh fungsi objektif kedua model mengalami perbedaan, dimana hasil paling mahal ditunjukkan oleh model 1, hal ini disebabkan oleh adanya pengadaan GTM tipe 1 yang dimiliki oleh model 1 lebih banyak dibandingkan dengan model 2.

4.4.4. Penjadwalan Distribusi

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari metode sebelumnya yaitu *Vendor Manage Inventory*, diketahui berapa jumlah kendaraan dan tipe kendaraan yang digunakan serta besar kapasitas CNG yang akan didistribusikan menuju konsumen, profil pengiriman dalam bentuk grafik juga telah terbentuk sesuai dengan jumlah kendaraan dan kapasitasnya.

Dalam melakukan penjadwalan komponen terpenting yang dimiliki adalah waktu pendistribusian dan juga waktu bongkar muat CNG baik di tiap supplier maupun di konsumen.




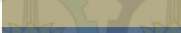



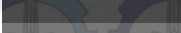

Penjadwalan yang dibuat dalam tugas akhir ini terdiri atas dua jenis yaitu, *short time schedule* untuk penjadwalan selama satu minggu, *middle time schedule* untuk penjadwalan selama satu bulan, dimana untuk penjadwalan satu minggu menggunakan data yang telah diperoleh dari hasil optimasi sebelumnya, dan untuk penjadwalan satu bulan akan dibandingkan antara replikasi penjadwalan yang dilakukan oleh hasil optimasi satu minggu dengan hasil optimasi dengan menggunakan metode VMI dengan memperpanjang batasan waktu yang telah digunakan sebelumnya.

Jadwal yang dibuat ini merupakan panduan bagi perusahaan untuk melakukan pendistribusian menuju konsumen berdasarkan laju konsumsi yang dimiliki oleh perusahaan.

4.4.4.1. Penjadwalan Satu Minggu

Dalam melakukan penjadwalan untuk jangka waktu satu minggu, maka penggunaan atribut waktu semakin detail. Hal ini dikarenakan untuk memberikan gambaran pendistribusian yang dilakukan selama 24 jam dalam satu minggu.

Tabel 4. 50 Atribut Waktu Penjadwalan Satu Minggu

Simbol	Atribut waktu	Simbol warna
t1	Waktu Pengisian GTM 1	
	Waktu Pengisian GTM 2	
t2	Waktu Pengukuran GTM dan administrasi	
t3	Waktu Pendistribusian	
t4	Waktu Menunggu Bongkar Muat	
t5	Waktu Bongkar Muat GTM 1	
	Waktu Bongkar Muat GTM 2	
t6	Waktu Persiapan Pulang	
t7	Waktu Menuju Supplier	

Pengertian dari t1 yaitu waktu pengisian GTM adalah waktu yang dibutuhkan oleh setiap GTM untuk dilakukan pengisian yang dilakukan di mother station, baik di PT. Mini CNG plant, Blora, maupun di PT. CNG Plant, Gresik dan PT. CNG Plant, Pasuruan. Lama waktu yang digunakan untuk pengisian GTM ini tidaklah sama untuk setiap *supplier*, berdasarkan data yang didapatkan dari pihak perusahaan berikut merupakan daftar lama pengisian GTM di setiap *supplier*.

Tabel 4. 51 Lama Pengisian GTM

	Mini CNG plant, Blora	PT. CNG Plant, Gresik	PT. CNG Plant, Pasuruan
GTM 1	24 jam	2 jam	2 jam
GTM 2	25 jam	2,5 jam	2,5 jam

Lama pengisian yang terjadi di setiap supplier dapatlah berbeda dikarenakan jumlah produksi gas yang dimiliki oleh setiap supplier, dimana semakin besar jumlah produksi CNG yang dimiliki oleh supplier, dapat menyebabkan lama pengisian GTM juga semakin cepat, dan juga teknologi kompresor yang digunakan oleh setiap supplier.

Selanjutnya adalah t_2 , waktu pengukuran GTM dan administrasi. Pada waktu ini, hal yang dikerjakan adalah memastikan bahwa volume yang diangkut di dalam GTM sesuai dengan volume yang ada di GTM tersebut, cara mengukurnya adalah dengan mengamati besar nilai pressure gauge yang ada pada setiap tabung GTM. Untuk urusan administrasi yang ada, hal yang dipersiapkan adalah keterangan mengenai surat jalan untuk GTM dapat didistribusikan, surat jalan ini dibuat oleh pihak perusahaan supplier, dimana di dalamnya terdapat keterangan mengenai jumlah volume GTM yang akan didistribusikan kemudian terdapat kolom tanda terima oleh konsumen, untuk menyatakan bahwa GTM sudah diterima nantinya. Serta pihak driver GTM juga akan menyerahkan surat berita acara mengenai hal yang dilakukan selama proses bongkar muat yang dilakukan di konsumen. Lama waktu yang diestimasikan untuk kegiatan ini adalah 1 jam untuk di setiap supplier maupun setiap GTM yang digunakan.

Waktu pendistribusian yang disimbolkan dengan t_3 , dipengaruhi oleh jarak yang harus dilalui oleh setiap GTM yang berasal dari setiap supplier untuk menuju konsumen. Dimana semakin jauh jarak yang harus ditempuh, maka akan semakin lama waktu pendistribusian yang akan ditempuh. Danjuga pada kasus ini diambil kecepatan rata-rata yang digunakan oleh GTM dalam melakukan pendistribusian menuju konsumen yaitu 35 km/jam. Nilai ini diambil berdasarkan dengan kondisi jalan yang cukup ramai sehingga GTM tidak dapat berjalan dengan leluasa, dan adanya macet yang suka terjadi di beberapa titik jalan, karena jalanan yang dilewati merupakan jalanan provinsi dimana banyak sekali kendaraan yang berlalu lalang di jalanan tersebut. Sehingga

didapatkan lama waktu pendistribusian yang dilalui adalah sebagai berikut

Tabel 4. 52 Lama Waktu Pendistribusian

	Mini CNG Plant, Blora	CNG Plant, Gresik	CNG Plant, Pasuruan
GFA	2,4 jam	6,1 jam	-
GFK	2,4 jam	6,1 jam	7,5 jam
PT.TTJI	8,7 jam	-	15 jam
PT ASF	5,3 jam	-	9,1 jam

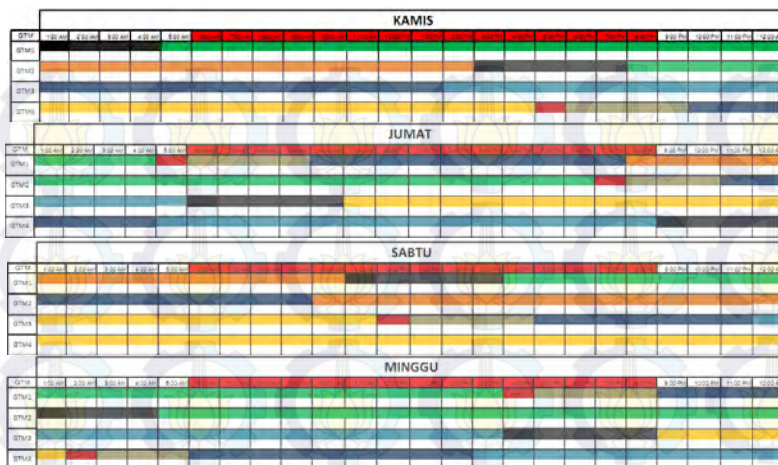
Waktu yang dibutuhkan untuk menunggu di tempat konsumen (t_4), memiliki lama yang berbeda-beda, sesuai dengan sisa waktu yang dimiliki oleh setiap GTM dalam melakukan distribusi di setiap Rute yang ada. Namun dapat dipastikan bahwa akan selalu ada satu atau dua GTM yang akan stand by ketika terjadi bongkar muat GTM. Sehingga ketika salah satu GTM yang tengah bongkar muat telah selesai, maka GTM yang sudah menunggu (*stand by*) di konsumen akan langsung dapat menggantikan untuk bongkar muat tanpa harus menunggu GTM yang sedang dalam perjalanan. Dengan adanya waktu menunggu ini, maka kebutuhan akan gas yang dimiliki oleh setiap konsumen akan selalu dapat terpenuhi tanpa adanya waktu kosong untuk menunggu GTM yang belum datang, yang dapat menyebabkan konsumen kehabisan pasokan gas yang dibutuhkan.

Pada pengerjaan tugas akhir ini diasumsikan adanya waktu tambahan selama 1 jam yang dibutuhkan oleh setiap GTM ketika melakukan perjalanan distribusi di waktu-waktu dimana kondisi jalan akan sangat padat, mengingat jalanan yang dilewati merupakan jalanan provinsi yang selalu dilewati oleh banyak jenis kendaraan. Waktu-waktu yang diperlukan untuk penambahan jam adalah dari jam 6 pagi hingga jam 8 malam. Sehingga apa bila terjadi pendistribusian atau perjalanan menuju supplier, maka lama waktu akan diperpanjang selama satu jam.

Waktu persiapan pulang GTM (t6) dipersiapkan untuk operator dapat menyelesaikan administrasi yang berada di konsumen setelah bongkar muat dilakukan, seperti membuat berita acara selama bongkar muat dilakukan, dan juga mendata berapa banyak cng yang berhasil disalurkan menuju burner di konsumen. Dimana hal tersebut merupakan banyak gas yang harus dibayarkan oleh pihak konsumen kepada supplier yang telah mengirimkan gasnya. Lama waktu yang dipersiapkan untuk melakukan kegiatan ini adalah 1 jam.

Berikut merupakan contoh penjadwalan yang dilakukan oleh Rute A – 1 – A selama satu minggu. Dimana jumlah GTM yang dimiliki adalah 4 GTM dengan rincian 2 GTM tipe 1 dan 2 GTM tipe 2, dengan banyak pendistribusian untuk masing-masing GTM adalah sebanyak 3 kali dalam satu minggu.





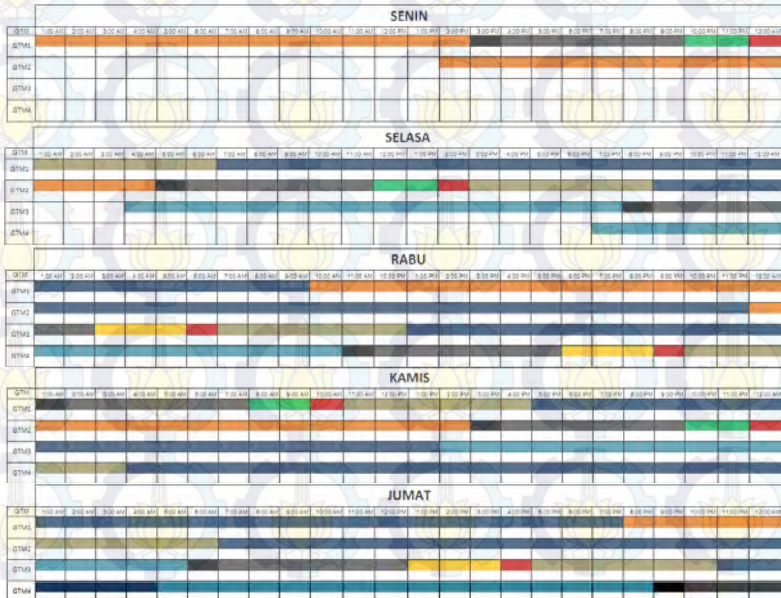
Gambar 4. 20 Penjadwalan Rute A - 1 - A selama Satu Minggu

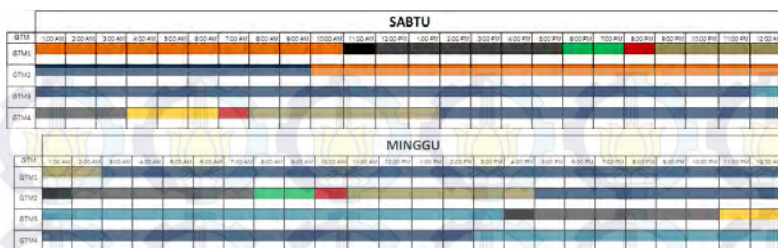
Pada penjadwalan selama satu minggu ini, penjadwalan diawali dengan bongkar muat GTM 1 di konsumen GFA, dimana diasumsikan bahwa konsumen ini baru pertama kali melakukan pengisian oleh CNG ke burner nya. Selanjutnya setelah isi dari GTM beranjak habis di jam akhir saat bongkar muat, kemudian akan digantikan oleh GTM 2, dimana asumsi yang digunakan volume akan langsung menanjak naik sesuai dengan volue yang ada di GTM dan volue sisa yang ada. Selama proses pengisian yang dilakukan oleh GTM 2, GTM 1 akan melakukan perjalanan menuju supplier untuk mengisi kembali muatan kedalam GTM, dan GTM 3 sedang dalam perjalanan menuju konsumen untuk kemudian akan menggantikan posisi GTM 2 untuk melakukan bongkar muat di konsumen. Kegiatan ini dilakukan secara terus menerus.

Dalam penjadwalan yang dilakukan terlihat bahwa sebelum sebuah GTM selesai untuk melakukan bongkar muat, maka satu GTM sudah siap untuk dapat melakukan bongkar muat selanjutnya. Waktu tunggu yang dimiliki oleh GTM tipe 1 pada tipe ini adalah 11 jam sebelum GTM tersebut akan digunakan

dalam proses bongkar muat, dan GTM tipe 2 memiliki waktu tunggu 9 jam, hal ini dapat berbeda dikarenakan adanya perbedaan mengenai lama waktu bongkar muat dan juga lama pengisian GTM di supplier.

Terdapat contoh lain, yaitu penjadwalan yang dilakukan oleh Rute B – 1 – B, dimana pada hasil optimasi, hasil yang dimiliki oleh Rute B – 1 – B dan hasil dari Rute A – 1 – A menunjukkan hasil yang sama. Kemudian ketika Rute B – 1 – B di plotkan kedalam bentuk jadwal seperti yang dilakukan pada Rute A – 1 – A di atas, maka ketentuan untuk dapat memiliki 2 GTM yang stand by ketika terdapat satu GTM yang melakukan bongkar muat dapat terlaksana. Hal ini disebabkan oleh lama pengisian GTM yang dilakukan menunjukkan waktu yang berbeda pula, dimana pada kasus Rute A – 1 – A, lama bongkar muat yang dilakukan selama 24 jam, sedangkan untuk Rute B – 1 – B, lama bongkar muat yang dilakukan adalah hanya 2 jam.





Gambar 4. 21 Penjadwalan Rute B- 1 - B selama Satu Minggu

Pada pengerjaan penjadwalan dalam waktu seminggu ini merupakan perluasan dari hasil yang telah didapatkan sebelumnya dalam bentuk tabel grafik pendistribusian hasil optimasi. Dimana dalam grafik hanya terlihat kapan waktu yang optimal untuk dibutuhkannya pasokan GTM lagi untuk memasok CNG di konsumen, kemudian dari informasi tersebut dibuatkan penjadwalan dalam bentuk daftar tabel seperti contoh di atas, untuk memastikan bahwa hasil optimasi yang dilakukan sudah dapat memenuhi jumlah permintaan yang ada tanpa konsumen harus mengalami kekurangan pasokan gas.

4.4.4.2. Penjadwalan Satu Bulan

Setelah mendapatkan skema penjadwalan dalam jangka waktu satu minggu, kemudian dicoba untuk membuat replikasi penjadwalan dalam waktu satu bulan, untuk dapat memastikan bahwa hasil optimasi yang dilakukan juga dapat digunakan untuk jangka waktu yang lebih lama dari waktu yang digunakan sebagai batasan dalam optimasi sebelumnya.

Dalam penjadwalan satu bulan, penggunaan atribut waktu tidaklah sedetail seperti yang dilakukan pada penjadwalan waktu minggu. Dimana dalam penjadwalan waktu satu bulan, akan digunakan perusahaan sebagai panduan tentang keberadaan dari GTM yang mereka punya, apakah GTM mereka sudah waktunya untuk melakukan pengisian di mother station atau sedang melakukan bongkar muat di konsumen.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan pada tugas akhir ini yang mengacu pada data yang relevan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan metodologi model matematis yang digunakan untuk pemilihan supplier yang optimal, didapatkan kesimpulan hasil sebagai berikut:
 - 1.1. *Supplier* terpilih guna membantu pendistribusian CNG pt. Mini CNG plant, Blora adalah PT. CNG Plant, Gresik dan PT. CNG Plant, Pasuruan, dengan jumlah masing-masing CNG yang dapat didistribusikan adalah 0,5 MMSCFD dari PT. CNG Plant, Gresik dan 0,45 MMSCFD dari PT. CNG Plant, Pasuruan, serta PT. Mini CNG plant, Blora mendistribusikan 0,15 MMSCFD menuju konsumen GFK.
 - 1.2. Setiap konsumen mendapatkan pasokan gas dari *supplier* yang berbeda. PT GFA mendapatkan pasokan gas 0,25 MMSCFD dari PT. CNG Plant, Gresik, PT. GFK mendapatkan pasokan gas sebesar 0,25 MMSCFD dari PT. CNG Plant, Gresik dan 0,15 MMSCFD dari PT. CNG Plant, Pasuruan serta 0,15 MMSCFD dari PT. Mini CNG plant, Blora. Sedangkan untuk PT.TTJI dan PT. ASF mendapatkan pasokan gas dari *supplier* yang sama yaitu PT. CNG Plant, Pasuruan dengan jumlah gas yang diterima oleh masing-masing konsumen adalah 0.15 MMSCFD.
 - 1.3. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan supplier yang optimal, guna menjalankan bisnis.
2. Dengan menggunakan metodologi Vendor Manage Inventory untuk mendapatkan rute, jumlah kendaraan dan

banyak perjalanan distribusi yang optimal, didapatkan hasil kesimpulan sebagai berikut:

- 2.1. Terpilih 9 rute yang optimal untuk dilakukan pendistribusian, dimana rute tersebut terbagi atas dua skenario, yaitu skenario ketika PT. Mini CNG plant, Blora mampu untuk dapat memasok CNG oleh perusahaan tersebut sendiri, dan skenario kedua adalah dimana PT. Mini CNG plant, Blora membutuhkan pasokan CNG dari supplier lainnya. Hasil yang didapatkan dengan skenario 1 adalah $A - 1 - A$, $A - 2 - A$, $A - 3 - A$, dan $A - 4 - A$. Kemudian dengan skenario 2 di dapatkan rute yang optimal adalah sebagai berikut $B - 1 - B$, $B - 2 - B$, $C - 2 - C$, $C - 3 - C$, $C - 4 - C$. Rute yang terbentuk semuanya merupakan *single trip*.
- 2.2. Pada skenario 1 yang dilakukan, berdasarkan hasil optimasi diketahui untuk Rute $A - 1 - A$, $A - 3 - A$, dan $A - 4 - A$, terdiri atas kombinasi GTM 1 dan GTM 2. Dengan jumlah perjalanan yang menyesuaikan dengan kebutuhan CNG yang dimiliki oleh setiap konsumen, dengan berbatas waktu pendistribusian selama 7 hari.
- 2.3. Rute $A - 2 - A$ pada skenario 1, memiliki GTM yang digunakan hanya tipe GTM 1, dengan jumlah 6 buah GTM, dengan 4 kali melakukan perjalanan distribusi.
- 2.4. Sehingga total GTM yang harus dimiliki oleh perusahaan berdasarkan hasil dari skenario 1 adalah sejumlah 18 GTM dengan kombinasi 12 GTM tipe 1 dan 6 GTM tipe 2. Dengan total biaya pengadaan GTM dan biaya distribusi yang dilakukan selama seminggu adalah 8,3 juta USD.
- 2.5. Pada skenario 2 yang dilakukan, berdasarkan hasil optimasi yang dilakukan untuk Rute $B - 1 - B$, $C - 3 - C$, dan $C - 4 - C$ menunjukkan hasil yang sama seperti yang didapatkan pada optimasi skenario 1. Namun untuk Rute $A - 2 - A^*$, $B - 2 - B$, $C - 2 - C$

menunjukkan hasil yang berbeda dengan Rute A – 2 – A, dimana pada skenario 2 ini, jumlah perjalanan yang terbentuk memiliki kelebihan perjalanan sebanyak 4 kali untuk waktu satu minggu.

- 2.6. Pada pendistribusian menuju konsumen 2 yaitu PT. GFK, dimana jumlah permintaan yang dimiliki oleh konsumen ini adalah 0,5 MMSCFD, sehingga menyebabkan jumlah GTM dan juga banyak pendistribusian lebih banyak dibandingkan dengan konsumen lainnya. Hasil yang dimiliki oleh dua kondisi yang berbeda dimana konsumen PT. GFK hanya disuplai oleh satu supplier yaitu PT. Mini CNG plant, Blora dan disuplai oleh tiga supplier berbeda yaitu PT. Mini CNG plant, Blora, PT. CNG Plant, Gresik dan PT. CNG Plant, Pasuruan menunjukkan hasil yang berbeda.
- 2.7. Hasil yang terjadi adalah apabila pendistribusian dilakukan langsung oleh PT. Mini CNG plant, Blora akan mendapatkan hasil jumlah GTM yang digunakan adalah 6 GTM dengan GTM tipe 1 dan melakukan pendistribusian sebanyak 4 kali untuk masing-masing GTM, sehingga terdapat 24 kali pendistribusian GTM.
- 2.8. Sedangkan untuk hasil dari pengoptimasian dengan menggunakan supplier yang berbeda (PT. Mini CNG plant, Blora, PT. CNG Plant, Gresik, PT. CNG Plant, Pasuruan) GTM yang digunakan memiliki hasil tipe GTM yang bervariasi, dengan jumlah 3 GTM tipe 1 dan 3 GTM tipe 2.
- 2.9. Dengan hasil total perjalanan distribusi yang dilakukan sebanyak 28 kali selama satu minggu. Bila dibandingkan dengan Rute A – 2 – A, maka terdapat 4 pendistribusian yang melebihi hitungan Rute bila PT. Mini CNG plant, Blora bertindak sebagai supplier tunggal.
- 2.10. Rute A – 1 – A dan B – 1 – B, yang mendistribusikan CNG menuju konsumen 1 yaitu PT. GFA dengan

jumlah permintaan yang dimiliki oleh GFA adalah 0.25 MMSCFD, memiliki jumlah GTM dan jumlah perjalanan yang sama untuk dapat mendistribusikan CNG yang dibutuhkan, yaitu GTM 1 dengan jumlah 2 unit dan GTM 2 dengan jumlah 2 unit juga, dengan masing-masing banyak perjalanan untuk pendistribusian adalah 3 kali untuk setiap GTM.

2.11. Hasil dari fungsi objektif yang dimiliki tentunya mengalami perbedaan, dimana perbedaan yang ada dikarenakan biaya operasional yang dimiliki oleh Rute B – 1 – B lebih besar dibandingkan dengan Rute A – 1 – A, karena jarak tempuh untuk melakukan distribusi dari supplier B yaitu PT. CNG Plant, Gresik lebih jauh dibandingkan dengan pendistribusian jika dilakukan dari PT. Mini CNG plant, Blora, A.

2.12. Hal serupa juga dimiliki oleh Rute A – 3 – A dengan C – 3 – C, dan Rute A – 4 – A dengan C – 4 – C. Dimana perbedaan yang dimiliki adalah jumlah biaya operasional yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan distribusi, karena letak dari supplier C yaitu PT. CNG Plant, Pasuruan lebih jauh menuju konsumen dibandingkan dengan pendistribusian dari PT. Mini CNG plant, Blora.

3. Untuk menentukan jadwal distribusi yang dilakukan oleh perusahaan agar dapat memenuhi seluruh permintaan konsumen maka dibuatlah penjadwalan dengan membaginya menjadi beberapa tahap.

3.1. Tahapan pertama adalah jadwal distribusi untuk waktu satu minggu sebagai *short time schedule*, dimana pada penjadwalan satu minggu ini atribut waktu yang digunakan lebih detail. Atribut waktu yang digunakan terbagi atas 7 waktu, yaitu waktu pengisian GTM di supplier, waktu pengukuran dan administrasi sebelum pengiriman, waktu pendistribusian, waktu tunggu

sebelum melakukan bongkar muat muatan, kemudian waktu melakukan bongkar muat, waktu persiapan pulang untuk mengurus segala administrasi di konsumen, dan yang terakhir adalah waktu perjalanan pulang kembali menuju supplier. Jumlah GTM dan jumlah pendistribusian yang dimasukkan dalam pendistribusian ini sesuai dengan hasil optimasi yang sebelumnya dilakukan.

- 3.2. Dengan menggunakan skenario 2, didapatkan hasil yang berbeda dengan skenario 1 di dalam jumlah pendistribusian yang harus dilakukan, dimana dengan menggunakan skenario 1 dalam jangka waktu 1 bulan jumlah pendistribusian GTM yang dilakukan mencapai 108 unit dan dengan menggunakan skenario 2 jumlah GTM yang didistribusikan hanyalah 97 unit. Dimana dengan adanya hal ini, juga berimplikasi pada jumlah GTM yang didistribusikan dalam jangka waktu yang lebih lama, dalam kasus ini dibuat dalam waktu 3 bulan.
- 3.3. Hasil yang ditunjukkan dengan menggunakan replikasi penjadwalan yang dilakukan pada hasil optimasi dalam jangka waktu satu minggu untuk jangka waktu satu bulan menunjukkan hasil yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan metode VMI, dimana dengan hasil yang lebih besar, jumlah biaya yang dibutuhkan untuk melakukan pendistribusian akan semakin banyak, dan pendistribusian akan menjadi tidak optimal.
- 3.4. Dengan menggunakan metode VMI, hasil yang didapatkan untuk melakukan pendistribusian dalam jangka waktu tertentu lebih optimal dibandingkan dengan menggunakan penjadwalan secara berulang.
- 3.5. Dengan metode VMI, optimalnya suatu keadaan tergantung juga pada batas waktu yang akan digunakan untuk melakukan optimas. Dimana dengan menggunakan batas waktu yang lebih pendek dalam kasus ini adalah satu minggu akan didapatkan hasil yang

lebih banyak untuk jumlah GTM yang diperlukan dibandingkan dengan penggunaan jangka waktu satu bulan. Sehingga untuk mengoptimasikan suatu pendistribusian dengan menggunakan metode VMI ini, harus diketahui berapa lama akan dilakukan pendistribusian tersebut, sehingga hasil yang didapatkan akan lebih optimal.

5.2. Saran

Berdasarkan analisa dan pembahasan pada tugas akhir ini yang mengacu pada data yang relevan maka perlu adanya saran yang bertujuan untuk mengembangkan tugas akhir ini kedepannya. Adapun saran-saran untuk pengerjaan tugas akhir ini adalah:

1. Dalam hal pemilihan supplier yang diajak untuk bekerja sama, saat ini PT. Mini CNG plant, Blora hanya bergantung pada supplier CNG Plant, Gresik saja, sehingga berdasarkan dengan optimasi pemilihan supplier yang dilakukan dalam tugas akhir ini disarankan agar PT. Mini CNG plant, Blora juga menjalin kerja sama dengan PT. CNG Plant, Pasuruan agar jika PT. mini CNG plant, Blora memiliki tambahan konsumen lainnya yaitu PT. ASF, maka jumlah permintaan yang ada akan dapat dipenuhi secara maksimal dengan menggunakan bantuan 2 supplier tambahan.
2. Jumlah GTM yang saat ini dimiliki oleh PT. Mini CNG plant, Blora adalah sejumlah 9 GTM dengan rincian 6 GTM tipe 1 dan 2 GTM tipe 2. Dimana berdasarkan hasil optimasi yang dilakukan jumlah tersebut tidaklah optimal untuk dapat melayani jumlah permintaan yang dimiliki oleh konsumen. Berdasarkan hasil optimasi yang dilakukan, perusahaan akan optimal jika memiliki 18 GTM dengan rincian 12 GTM tipe 1 dan 6 GTM tipe 2 untuk dapat melayani 4 konsumen yang ada.

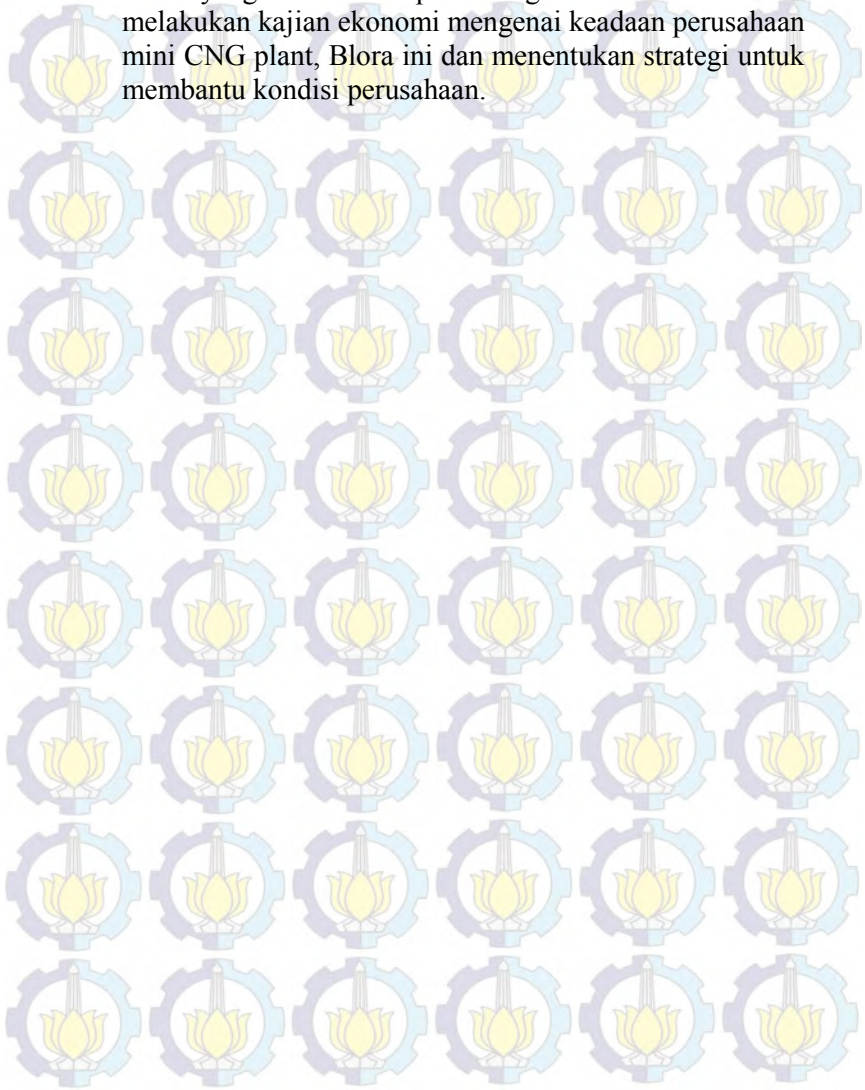
3. Perusahaan harus mengetahui dengan baik waktu yang diperlukan untuk melakukan proses distribusi menuju konsumen, agar pengoptimasian dapat dilakukan dengan baik.
4. Untuk dapat mengoptimalkan waktu dan sumber daya yang ada, sebaiknya perusahaan memiliki penjadwalan sendiri untuk waktu pengiriman CNG menuju konsumen, kurangi kemungkinan untuk konsumen yang mengatur jadwal pendistribusian, karena dengan hal tersebut profit perusahaan akan lebih kecil dibandingkan bila perusahaan mengatur sendiri waktu pendistribusian yang akan dilakukan.

5.3. Rekomendasi

Rekomendasi yang dapat diberikan berkenaan dengan pengerjaan tugas akhir ini adalah:

1. Dibutuhkan responden data lebih dari satu orang yang dibutuhkan untuk memilih konsumen, hal ini dimaksudkan untuk melakukan validasi apakah data yang telah diterima sebelumnya merupakan data yang valid.
2. Untuk perhitungan bahan bakar yang dilakukan pada pengerjaan tugas akhir ini, banyak sekali konstanta standard yang digunakan, akan lebih baik jika konstanta standard yang digunakan diganti dengan hasil survey yang relevan agar hasil yang didapatkan mendekati valid.
3. Dilakukan otpimasi dalam bentuk tidak terbagi-bagi seperti pada optimasi yang dilakukan pada Tugas Akhir ini, dimana dengan melakukan hal tersebut dapat diketahui berapa banyak total jumlah kebutuhan GTM yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk menjalankan bisnis CNG ini.
4. Dapat dilakukan perhitungan mengenai harga jual gas yang optimal berdasarkan dengan pembiayaan-pembiayaan yang dilakukan pada tugas akhir ini.

5. Usulan tugas akhir selanjutnya untuk dapat melanjutkan studi yang dilakukan pada Tugas Akhir ini adalah melakukan kajian ekonomi mengenai keadaan perusahaan mini CNG plant, Biora ini dan menentukan strategi untuk membantu kondisi perusahaan.



LAMPIRAN

1. Lampiran A

1.1. Data Pemilihan Supplier

KUESIONER MENGENAI BOBOT DALAM PEMILIHAN SUPPLIER

Kami ucapkan terimakasih atas kesediaan Anda untuk meluangkan waktu dalam memberikan penilaian pada kuesioner ini. Kuesioner ini akan digunakan sebagai analisa data pada penelitian yang bertujuan untuk mengetahui supplier mana yang akan dipilih dalam proses bisnis yang dilakukan oleh PT. Mini CNG Plant, Blora dalam berbagai keadaan jumlah produksi. Hasil pengolahan data pada kuesioner ini nantinya akan kami gunakan sebagai bahan pengerjaan tugas akhir serta hasil dari pengolahan data yang akan kami lakukan akan kami sampaikan kepada Anda sebagai bentuk terimakasih dan tanggung jawab atas kesediaan Anda berkontribusi pada pengisian kuesioner ini. Kami harapkan hasil analisa pada kuesioner ini bermanfaat bagi kita sebagai referensi dalam pemilihan supplier.

Keterangan mengenai kuesioner:

A. Dalam kuesioner ini terdapat beberapa faktor pertimbangan yang digunakan dalam menentukan pemilihan supplier, yaitu:

1. Daftar harga gas dari setiap supplier.
2. Tingkat presentase kepentingan dalam berbagai keadaan.
3. Ketepatan waktu pengiriman dari setiap supplier menuju konsumen.
4. Besar kerusakan gas yang sampai ke konsumen.
5. Penilaian subjektif.
6. Daftar biaya transportasi menuju konsumen.
7. Daftar kapasitas gas maksimal yang dimiliki tiap supplier.
8. Besar permintaan gas dari setiap konsumen.

B. Pengertian istilah dalam kuesioner ini:

1. Dalam kuesioner ini, disimulasikan pasokan gas yang diminta oleh PT. Mini CNG Plant, Blora dalam keadaan fluktuatif, dan PT. Mini CNG Plant, Blora tidak dapat memenuhi besarnya permintaan dari semua konsumen.
 - a. High demand (S1), merupakan kondisi dimana PT. Mini CNG Plant, Blora membutuhkan pasokan gas yang tinggi untuk mencukupi permintaan konsumen. Kondisi ini, terjadi dimana pasokan gas yang dimiliki oleh PT. Mini CNG Plant, Blora mencapai $< 10\%$ supply yang dimiliki.
 - b. Medium demand (S2), merupakan kondisi dimana PT. Mini CNG Plant, Blora membutuhkan pasokan gas yang sedang untuk mencukupi permintaan konsumen. Kondisi ini, terjadi dimana pasokan gas yang dimiliki oleh PT. Mini CNG Plant, Blora mencapai $60\% < x < 100\%$ supply yang dimiliki.
 - c. Low demand (S3), Merupakan kondisi dimana PT. Mini CNG Plant, Blora membutuhkan pasokan gas yang rendah (sedikit) untuk mencukupi permintaan konsumen. Kondisi ini, terjadi dimana pasokan gas yang dimiliki oleh PT. Mini CNG Plant, Blora mencapai $80\% < x < 100\%$ supply yang dimiliki.
2. Weight (beban), merupakan besarnya nilai yang terdiri atas 0-1 atas setiap faktor yang tersaji pada bagian penilaian subjektif di lembar kuesioner ini. Total beban yang ada dari semua faktor beban adalah 1. Besar atau kecilnya nilai yang diberikan pada setiap faktor merupakan pertimbangan pribadi dari Anda berdasarkan pengalaman yang ada.
3. Penilaian, merupakan besarnya nilai yang terdiri atas 0-100 atas setiap faktor yang tersaji pada bagian

penilaian subjektif di lembar kuesioner ini. Besar atau kecilnya nilai yang diberikan pada setiap faktor merupakan pertimbangan pribadi dari Anda berdasarkan pengalaman yang ada.

1. Berdasarkan harga yang dimiliki dari setiap supplier di 3 keadaan, berapa harga gas yang diberikan oleh tiap supplier tersebut? Besarnya harga dapat dimungkinkan tidak sama dalam berbagai keadaan oleh setiap supplier.

USD/MMBTU	High Demand (S1)	Medium Demand (S2)	Low Demand (S3)
CNG PLANT, GRESIK	11,40	11,60	11,80
CNG PLANT, SIDOARJO	12,50	12,50	12,50
CNG PLANT, PASURUAN	12,85	12,85	12,85

2. Berdasarkan tingkat presentase kepentingan dalam berbagai keadaan, berapa presentase tingkat kepentingan terhadap 3 keadaan yang dihadapi oleh PT. Mini CNG Plant, Blora? Nilai yang diberikan berada dalam skala 0-1, dengan **total nilai** dari tiap tingkat presentase kepentingan adalah **1**.

P(S1)	P(S2)	P(S3)
0,60	0,40	0

Maksud dari pertanyaan ini adalah, seberapa besar tingkat kepentingan PT. Mini CNG Plant, Blora terhadap keadaan *high demand*, *medium demand*, dan *low demand*.

3. Berdasarkan ketepatan waktu pengiriman dari setiap supplier menuju konsumen, berapa nilai dari ketepatan waktu pengiriman yang dilakukan oleh tiap supplier, dalam skala 0-100 untuk tiap supplier. Nilai ini berdasarkan dengan 3 kondisi supply gas yang ada.

%	High Demand (S1)	Medium Demand (S2)	Low Demand (S3)
---	------------------------	--------------------------	-----------------------

CNG PLANT, GRESIK	100	100	100
CNG PLANT, SIDOARJO	60	80	100
CNG PLANT, PASURUAN	100	100	100

Dimungkinkan bila setiap supplier akan memiliki nilai yang berbeda di setiap kondisi gas, dimungkinkan ada supplier yang akan memiliki nilai 100 ketika jumlah gas yang diminta adalah dalam posisi tertinggi, ataupun nilai 100 dimiliki oleh salah satu supplier jika jumlah permintaan rendah.

4. Berdasarkan besar kerusakan gas yang sampai ke konsumen, berapa nilai yang dimiliki oleh tiap supplier? Faktor ini menunjukkan kualitas dari gas tersebut ketika sampai ke konsumen, semakin besar nilai kerusakan gas, maka akan semakin kurang baik supplier tersebut.

CNG PLANT, GRESIK	6,4	%
CNG PLANT, SIDOARJO	12,5	%
CNG PLANT, PASURUAN	8,6	%

5. Berdasarkan penilaian subjektif yang ada, tolong diisikan besarnya nilai beban dan juga penilaian subjektif terhadap faktor-faktor di bawah ini sesuai dengan petunjuk di atas.

Faktor	(BEBAN)	PENILAIAN		
		CNG Plant, Gresik	CNG Plant, Sidoarjo	CNG Plant, Pasuruan
Ketersediaan Gas dalam jangka waktu lama	0,2	100	100	100
Ketersediaan alat transportasi untuk membantu distribusi	0,2	65	30	70
Potensi kerja sama untuk waktu lama	0,1	80	80	80
Manajemen perusahaan	0,1	95	80	85
Etika perusahaan	0,1	90	65	90
Pelayanan setelah penjualan	0,05	80	80	80
Jarak supplier menuju konsumen	0,15	80	70	70
Harga dan flexibilities kontrak	0,1	80	90	80

*

Ketersediaan Gas dalam jangka waktu

lama

Maksud dari faktor ini adalah, supplier dapat menyediakan gas untuk PT. Mini CNG Plant, Blora dalam jangka waktu beberapa tahun.

Ketersediaan alat transportasi untuk membantu distribusi

Maksud dari faktor ini adalah, supplier dapat menyediakan alat transportasi yang memadai untuk membantu distribusi gas menuju konsumen jika GTM yang dimiliki oleh PT. Mini CNG Plant, Blora tidak cukup.

Potensi kerja sama untuk waktu lama

Maksud dari faktor ini adalah, supplier memiliki potensi untuk dilakukannya kerja sama dengan PT. Mini CNG Plant, Blora.

Manajemen perusahaan

Maksud dari faktor ini adalah, manajemen perusahaan yang dimiliki oleh perusahaan tersebut bagus, sehingga mempermudah dalam proses kerja sama.

Etika perusahaan

Maksud dari faktor ini adalah, etika perusahaan yang dimiliki oleh supplier tersebut baik, sehingga membuat hubungan dengan PT. Mini CNG Plant, Blora dapat berjalan dengan lancar.

Pelayanan setelah penjualan

Maksud dari faktor ini adalah, pelayanan perusahaan setelah pengiriman gas dilakukan, perusahaan dapat mempertanggungjawabkan terhadap produk yang dihasilkannya.

Jarak supplier menuju konsumen

Maksud dari faktor ini adalah, jarak antara konsumen menuju supplier menjadi bahan pertimbangan untuk dilakukannya pengiriman.

* Jika dinilai ada faktor yang kurang, dapat ditambahi dengan faktor yang sesuai untuk pemilihan supplier

6. Berdasarkan daftar biaya transportasi menuju konsumen, berapa biaya yang dibutuhkan untuk mendistribusikan gas menuju konsumen?

USD	GFA	GFK	TONG TJI	ASF
CNG Plant, Gresik	260	260	-	-
CNG Plant, Sidoarjo	300	300	-	-
CNG Plant, Pasuruan	310	310	-	-

7. Berapa kapasitas gas maksimal yang dimiliki oleh tiap supplier?

Supplier	Kapasitas Max	
CNG Plant, Gresik	5	MMSCFD
CNG Plant, Sidoarjo	4	MMSCFD
CNG Plant, Pasuruan	3	MMSCFD

8. Berapa besarnya permintaan yang dimiliki oleh tiap konsumen?

Konsumen	Permintaan	
GFA	0,5	MMSCFD
GFK	0,25	MMSCFD
TONG TJI	0,15	MMSCFD
ASF	0,15	MMSCFD

Ini adalah akhir dari pertanyaan kuesioner. Bila Anda berkenan, kami persilahkan untuk menuliskan nama dan jabatan Anda di perusahaan PT. Mini CNG Plant, Blora ini:

Nama : Isbandriyo Rachmat

Jabatan : Operation CNG

1.2. Perhitungan Optimasi Pemilihan Supplier

DAFTAR HARGA GAS			
	Permintaan Tinggi	Permintaan Sedang	Permintaan Rendah
CNG PLANT, GRESIK	11.4	11.6	11.8
CNG PLANT, SIDOARJO	12.5	12.5	12.5
CNG PLANT, PASURUAN	12.85	12.85	12.85
P (Si)	0.6	0.4	0
Perkiraan Harga Gas		Index Harga Gas	
P1	11.48	IP1	1
P2	12.5	IP2	0.9184
P3	12.85	IP3	0.89338 52
KETEPATAN WAKTU			
	Permintaan Tinggi	Permintaan Sedang	Permintaan Rendah
CNG PLANT, GRESIK	100	100	100
CNG PLANT, SIDOARJO	60	80	100
CNG PLANT, PASURUAN	100	100	100
P (Si)	0.6	0.4	0
Presentase ketepatan waktu		Indeks Ketepatan waktu	
O1	100	IO1	1
O2	68	IO2	0.68
O3	100	IO3	1

PRESENTASE KERUSAKAN GAS

CNG PLANT, GRESIK	6.4	%
CNG PLANT, SIDOARJO	12.5	%
CNG PLANT, PASURUAN	8.6	%

Indeks kerusakan gas

Ib1	1
Ib2	0.512
Ib3	0.74418
	6

PENILAIAN

FAKTOR SUBJEKTIF	BOBOT	PT. CNG, GRESIK	PT. CNG, SIDOARJO	CNG, PASURUAN
Ketersediaan Gas dalam jangka waktu lama	0.2	100	100	100
Ketersediaan alat transportasi untuk membantu distribusi	0.2	65	30	70
Potensi kerja sama untuk waktu lama	0.1	80	80	80
Manajemen perusahaan	0.1	95	80	85
Etika perusahaan	0.1	90	65	90
Pelayanan setelah penjualan	0.05	80	80	80
Jarak <i>supplier</i> menuju konsumen	0.15	80	70	70
Harga dan flexibilities kontrak	0.1	80	90	80

Nilai faktor subjektif

CNG Plant, Gresik	83.5
CNG Plant, Sidoarjo	72
CNG Plant, Pasuruan	82

Indeks Faktor Subjektif

IS1	1
IS2	0.862
IS3	0.982

PEMBOBOTAN UNTUK SETIAP INDEKS				
		Bobot		
Indeks Harga Gas		0.2		
Indeks Ketepatan Waktu		0.2		
Indeks Kerusakan Gas		0.5		
Indeks Faktor Subjektif		0.1		
		CNG PLANT, GRESIK	CNG PLANT, SIDOARJO	CNG PLANT, PASURUAN
Indeks Harga Gas		1	0.92	0.89
Indeks Ketepatan Waktu		1	0.68	1
Indeks Kerusakan Gas		1	0.51	0.74
Indeks Faktor Subjektif		1	0.86	0.98
Nilai Keseluruhan kriteria		Bobot Kriteria Supplier		
V1	1	WV1	10	
V2	0.662	WV2	6.619	
V3	0.849	WV3	8.489	
BIAYA TRANSPORTASI				
USD	GF ATOM	GF KULIT	TONG JI	PT.ASF
CNG Plant, Gresik	260	260	350	350
CNG Plant, Sidoarjo	300	300	365	360
CNG Plant, Pasuruan	310	310	380	385
Indeks Biaya Transportasi				
	GF ATOM	GF KULIT	TONG JI	PT.ASF
CNG Plant, Gresik	1	1	0.74	0.74
CNG Plant, Sidoarjo	0.87	0.87	0.71	0.72
CNG Plant, Pasuruan	0.84	0.84	0.68	0.68

KAPASITAS SUPPLIER

Supplier	Kapasitas	Kapasitas Max untuk PT. TS	
CNG PLANT, GRESIK	5,000,000	500000	SCF
CNG PLANT, SIDOARJO	4,000,000	500000	SCF
CNG PLANT, PASURUAN	3,000,000	500000	SCF

KAPASITAS KONSUMEN

Konsumen	Permintaan					
GFA	250,000	SCFD				
GFK	400,000					
TTJI	150,000					
ASF	150,000					
	GFA	GFK	TTJI	ASF	Kapasitas	
PT. CNG GRESIK	0,25	0,25	0	0	\leq	0,5
PT. CNG SIDOARJO	0	0	0	0	\leq	0
PT. CNG PASURUAN	0	0,15	0,15	0,15	\leq	0,45
	\leq	\leq	\leq	\leq		
Permintaan	0,25	0,4	0,15	0,15		

2. Lampiran B

2.1. Perhitungan Bahan Bakar Minyak dan Oli

PERHITUNGAN BAHAN BAKAR KONTAINER GTM 1 DAN 2 RUTE A - 1 - A

Diketahui

α	=	190.3	
β_1	=	3829.7	
β_2	=	0.0196	
β_3	=	14.536	
β_4	=	7.225	
β_5	=	0	
β_6	=	0	
β_7	=	0	
β_8	=	0	
β_9	=	0	
β_{10}	=	11.41	
β_{11}	=	10.92	
V_R	=	35	km/jam
R_R	=	2.5	m/km
F_R	=	-2.5	m/km
DT_R	=	15	
A_R	=	0.016842105	
V	=	2500	smp/jam
C	=	1900	smp/jam
SA_{max}	=	0.75	m/s ²
a_0	=	5.14	
a_1	=	-8.264	
BK1	=	19	ton
BK2	=	22.8	ton
SA	=	0.767415018	
HBBM	=	5500	RP/liter
JARAK	=	164.6	KM

$$KBBM1 = (\alpha + \beta_1 / V_R + \beta_2 \times V_R^2 + \beta_3 \times R_R + \beta_4 \times F_R + \beta_5 \times F_R^2 + \beta_6 \times DTR + \beta_7 \times A_R + \beta_8 \times SA + \beta_9 \times BK + \beta_{10} \times BK \times A_R + \beta_{11} \times BK \times SA) / 1000$$

$$= 0.504881968 \text{ liter/km}$$

$$\text{KBBM1} = (\alpha + \beta_1 / \text{VR} + \beta_2 \times \text{VR}^2 + \beta_3 \times \text{RR} + \beta_4 \times \text{FR} + \beta_5 \times \text{FR}^2 + \beta_6 \times \text{DTR} + \beta_7 \times \text{AR} + \beta_8 \times \text{SA} + \beta_9 \times \text{BK} + \beta_{10} \times \text{BK} \times \text{AR} + \beta_{11} \times \text{BK} \times \text{SA}) / 1000$$

$$= 0.537456862 \text{ liter/km}$$

$$\text{BBBM1} = \text{KBBM1} \times \text{HBBM} \times \text{JARAK}$$

$$= 457069.6456 \text{ RP}$$

$$= 45.70696456 \$$$

$$\text{BBBM2} = \text{KBBM1} \times \text{HBBM} \times \text{JARAK}$$

$$= 486559.6967 \text{ RP}$$

$$= 48.65596967 \$$$

PERHITUNGAN PELUMAS KONTAINER GTM 1 DAN 2 RUTE A - 1 - A

$$\text{KBBM1} = 0.504881968 \text{ liter/km}$$

$$\text{KBBM2} = 0.537456862 \text{ liter/km}$$

$$\text{OHK} = 0.012$$

$$\text{KPO} = 24 \text{ liter}$$

$$\text{JPO} = 2000 \text{ KM}$$

$$\text{OHO} = 2.1 \times 10^{-6} \text{ liter/km}$$

$$\text{HO} = 35000 \text{ rupiah/liter} \quad \text{Meditran SX 15W-40}$$

$$\text{KO1} = \text{OHK} + \text{OHO} \times \text{KBBM1}$$

$$= 0.01200106$$

$$\text{KO2} = \text{OHK} + \text{OHO} \times \text{KBBM2}$$

$$= 0.012001129$$

$$\text{BO1} = \text{KO} \times \text{HO} \times \text{JARAK}$$

$$= 69138.10811 \text{ RP}$$

$$= 6.913810811 \$$$

$$\text{BO2} = \text{KO} \times \text{HO} \times \text{JARAK}$$

$$= 69138.50221 \text{ RP}$$

$$= 6.913850221 \$$$

PERHITUNGAN BAHAN BAKAR KONTAINER GTM 1 DAN 2
RUTE B - 2 - B

Diketahui	=		
α	=	190.3	
β_1	=	3829.7	
β_2	=	0.0196	
β_3	=	14.536	
β_4	=	7.225	
β_5	=	0	
β_6	=	0	
β_7	=	0	
β_8	=	0	
β_9	=	0	
β_{10}	=	11.41	
β_{11}	=	10.92	
V_R	=	35	km/jam
R_R	=	2.5	m/km
F_R	=	-2.5	m/km
DT_R	=	15	
A_R	=	0.016842105	
V	=	2500	smp/jam
C	=	1900	smp/jam
SA_{max}	=	0.75	m/s ²
a_0	=	5.14	
a_1	=	-8.264	
BK1	=	19	ton
BK2	=	22.8	ton
SA	=	0.767415018	
HBBM	=	5500	RP/liter
JARAK	=	430	KM
$= (\alpha + \beta_1 / V_R + \beta_2 \times V_R^2 + \beta_3 \times R_R + \beta_4 \times F_R + \beta_5 \times F_R^2 + \beta_6 \times DTR + \beta_7 \times A_R + \beta_8 \times SA + \beta_9 \times BK + \beta_{10} \times BK \times A_R + \beta_{11} \times BK \times SA) / 1000$			
KBBM1	=	0.504881968	liter/KM
$= (\alpha + \beta_1 / V_R + \beta_2 \times V_R^2 + \beta_3 \times R_R + \beta_4 \times F_R + \beta_5 \times F_R^2 + \beta_6 \times DTR + \beta_7 \times A_R + \beta_8 \times SA + \beta_9 \times BK + \beta_{10} \times BK \times A_R + \beta_{11} \times BK \times SA) / 1000$			
KBBM1	=		

$$= 0.537456862 \text{ liter/KM}$$

$$=$$

$$\begin{aligned} \text{BBBM1} &= \text{KBBM1} * \text{HBBM} * \text{JARAK} \\ &= 1194045.854 \text{ RP} \\ &= 119.4045854 \$ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BBBM2} &= \text{KBBM1} * \text{HBBM} * \text{JARAK} \\ &= 1271085.478 \text{ RP} \\ &= 127.1085478 \$ \end{aligned}$$

PERHITUNGAN PELUMAS KONTAINER GTM 1 DAN 2 RUTE B

- 2 - B

$$\text{KBBM1} = 0.504881968 \text{ liter/km}$$

$$\text{KBBM2} = 0.537456862 \text{ liter/km}$$

$$\text{OHK} = 0.012$$

$$\text{KPO} = 24 \text{ liter}$$

$$\text{JPO} = 2000 \text{ KM}$$

$$\text{OHO} = 2.1 * 10^{-6} \text{ liter/km}$$

$$\text{HO} = 35000 \text{ rupiah/liter}$$

$$\begin{aligned} \text{KO1} &= \text{OHK} + \text{OHO} * \text{KBBM1} \\ &= 0.01200106 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KO2} &= \text{OHK} + \text{OHO} * \text{KBBM2} \\ &= 0.012001129 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BO1} &= \text{KO} * \text{HO} * \text{JARAK} \\ &= 180615.9568 \text{ RP} \\ &= 18.06159568 \$ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BO2} &= \text{KO} * \text{HO} * \text{JARAK} \\ &= 180616.9863 \text{ RP} \\ &= 18.06169863 \$ \end{aligned}$$

**PERHITUNGAN BAHAN BAKAR KONTAINER GTM 1 DAN 2
RUTE C - 3 - C**

Diketahui	=		
α	=	190.3	
β_1	=	3829.7	
β_2	=	0.0196	
β_3	=	14.536	
β_4	=	7.225	
β_5	=	0	
β_6	=	0	
β_7	=	0	
β_8	=	0	
β_9	=	0	
β_{10}	=	11.41	
β_{11}	=	10.92	
V_R	=	35	km/jam
R_R	=	2.5	m/km
F_R	=	-2.5	m/km
DT_R	=	15	
A_R	=	0.016842105	
V	=	2500	smp/jam
C	=	1900	smp/jam
SA_{max}	=	0.75	m/s ²
a_0	=	5.14	
a_1	=	-8.264	
BK1	=	19	ton
BK2	=	22.8	ton
SA	=	0.767415018	
HBBM	=	5500	RP/liter
JARAK	=	1042	KM
$= (\alpha + \beta_1 / V_R + \beta_2 \times V_R^2 + \beta_3 \times R_R + \beta_4 \times F_R + \beta_5 \times F_R^2 + \beta_6 \times DTR + \beta_7 \times A_R + \beta_8 \times SA + \beta_9 \times BK + \beta_{10} \times BK \times A_R + \beta_{11} \times BK \times SA) / 1000$			
KBBM1	=	0.504881968	liter/KM
$= (\alpha + \beta_1 / V_R + \beta_2 \times V_R^2 + \beta_3 \times R_R + \beta_4 \times F_R + \beta_5 \times F_R^2 + \beta_6 \times DTR + \beta_7 \times A_R + \beta_8 \times SA + \beta_9 \times BK + \beta_{10} \times BK \times A_R + \beta_{11} \times BK \times SA) / 1000$			
KBBM1	=		

$$= 0.537456862 \text{ liter/KM}$$

$$=$$

$$\begin{aligned} \text{BBBM1} &= \text{KBBM1} * \text{HBBM} * \text{JARAK} \\ &= 2893478.558 \text{ RP} \\ &= 289.3478558 \$ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BBBM2} &= \text{KBBM1} * \text{HBBM} * \text{JARAK} \\ &= 3080165.273 \text{ RP} \\ &= 308.0165273 \$ \end{aligned}$$

PERHITUNGAN PELUMAS KONTAINER GTM 1 DAN 2 RUTE C - 3 - C

$$\text{KBBM1} = 0.504881968 \text{ liter/km}$$

$$\text{KBBM2} = 0.537456862 \text{ liter/km}$$

$$\text{OHK} = 0.012$$

$$\text{KPO} = 24 \text{ liter}$$

$$\text{JPO} = 2000 \text{ KM}$$

$$\text{OHO} = 2.1 * 10^{-6} \text{ liter/km}$$

$$\text{HO} = 35000 \text{ rupiah/liter}$$

$$\begin{aligned} \text{KO1} &= \text{OHK} + \text{OHO} * \text{KBBM1} \\ &= 0.01200106 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KO2} &= \text{OHK} + \text{OHO} * \text{KBBM2} \\ &= 0.012001129 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BO1} &= \text{KO} * \text{HO} * \text{JARAK} \\ &= 437678.6674 \text{ RP} \\ &= 43.76786674 \$ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BO2} &= \text{KO} * \text{HO} * \text{JARAK} \\ &= 437681.1622 \text{ RP} \\ &= 43.76811622 \$ \end{aligned}$$

2.2. Perhitungan Optimasi Distribusi Satu Minggu

OPTIMIZATION SPREADSHEET

INPUT DATA

Volume Kontainer Truk 1	161,312	SCF
Volume Kontainer Truk 2	195,263	SCF
Jarak A - 1 - A	82.3	KM
KBBM1	0.504882	liter/km
KBBM2	0.5374569	liter/km
HBBM	0.55	USD/liter
KO1	0.0120011	liter/km
KO2	0.0120011	liter/km
HO	3.5	USD/liter
Kontainer Truk 1	480000	USD
Kontainer Truk 2	420000	USD
Biaya Pendistribusian GTM 1	250	USD
Biaya Pendistribusian GTM 2	250	USD
Waktu Pengisian GTM 1	24	jam
Waktu Pengisian GTM 2	25	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 1	14	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 2	15	jam
Kecepatan Rata-Rata Truk	35	km/jam
Jumlah Gas Konsumen	0.25	MMSCFD
Hari Operasi Truk	7	hari

PERHITUNGAN

GTM Tipe 1		
Waktu Pendistribusian	2.4	jam
Waktu Pendistribusian Round Trip	4.7	jam
Total Waktu GTM 1	42.7	jam
Total Waktu GTM 1 (hari)	5.3	hari
Waktu Operasi per Minggu	5.3378571	hari
Biaya Pendistribusian	1500	USD
BBBM1	137.12089	USD
BO1	20.741432	USD
GTM Tipe 2		
Waktu Pendistribusian	2.4	jam
Waktu Pendistribusian Round Trip		
Trip	4.7	jam
Total Waktu GTM 1	44.7	jam

Total Waktu GTM 1 (hari)	5.6	hari
Waktu Operasi per Minggu	5.5878571	hari
Biaya Pendistribusian	1500	USD
BBBM1	145.96791	USD
BO1	20.741551	USD
Batasan		

	min	$g(x)$	max
Jumlah Gas Konsumen	2119120.7	2139450	2140526

	min	$g(x)$	max
Kontainer GTM 1	0	2	10000
Kontainer GTM 2	0	2	10000
Jumlah Perjalanan GTM 1	0	3	10000
Jumlah Perjalanan GTM 2	0	3	10000

Fungsi Objektif	1803324.6	USD
Biaya Operasional	3325	USD

Consumption Rate GTM 1	11522.286	SCF/jam
------------------------	-----------	---------

Kontainer GTM 1	2	
-----------------	---	--

Jumlah Perjalanan GTM 1	3	
-------------------------	---	--

Volume GTM 1	161,312	SCF
--------------	---------	-----

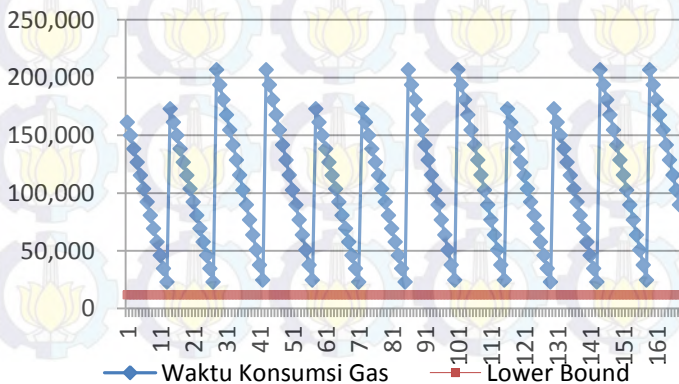
Consumption Rate GTM 2	13017.533	SCF/jam
------------------------	-----------	---------

Kontainer GTM 2	2	
-----------------	---	--

Jumlah Perjalanan GTM 2	3	
-------------------------	---	--

Volume GTM 2	195,263	SCF
--------------	---------	-----

SUBSET A - 1 - A SELAMA 7 HARI



OPTIMIZATION SPREADSHEET

INPUT DATA

Volume Kontainer Truk 1	161,312	SCF
Volume Kontainer Truk 2	195,263	SCF
Jarak A - 2 - A	84.9	KM
KBBM1	0.504882	liter/km
KBBM2	0.5374569	liter/km
HBBM	0.55	USD/liter
KO1	0.0120011	liter/km
KO2	0.0120011	liter/km
HO	3.5	USD/liter
Kontainer Truk 1	480000	USD
Kontainer Truk 2	420000	USD
Biaya Pendistribusian GTM 1	250	USD
Biaya Pendistribusian GTM 2	250	USD
Waktu Pengisian GTM 1	24	jam
Waktu Pengisian GTM 2	25	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 1	7	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 2	8	jam
Kecepatan Rata-Rata Truk	35	km/jam
Jumlah Gas Konsumen	0.5	MMSCFD
Hari Operasi Truk	7	hari
PERHITUNGAN		
GTM Tipe 1		
Waktu Pendistribusian	2.4	jam
Waktu Pendistribusian Round Trip	4.9	jam
Total Waktu GTM 1	35.9	jam
Total Waktu GTM 1 (hari)	6.0	hari
Biaya Pendistribusian	6000	USD
BBBM1	565.81112	USD
BO1	85.586761	USD
GTM Tipe 2		
Waktu Pendistribusian	2.4	jam
Waktu Pendistribusian Round Trip	4.9	jam
Total Waktu GTM 1	37.9	jam
Total Waktu GTM 1 (hari)	6.3	hari
Biaya Pendistribusian	0	USD

BBBM1 0 USD

BO1 0 USD

Batasan

	min	$g(x)$	max
Jumlah Gas Konsumen	3851620.7	3871488	3890526

Keluaran

	min	$g(x)$	max
Kontainer GTM 1	0	6	10000
Kontainer GTM 2	0	0	10000
Jumlah Perjalanan GTM 1	0	4	10000
Jumlah Perjalanan GTM 2	0	4	10000

Fungsi Objektif 2886651.4 USD

Biaya Operasional 6651.3979

Consumption Rate GTM 1 23044.571 SCF/jam

Kontainer GTM 1 6

Jumlah Perjalanan GTM 1 4

Volume GTM 1 161,312 SCF

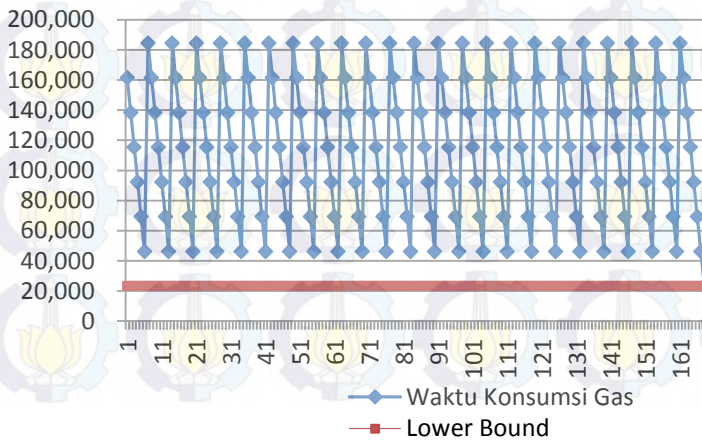
Consumption Rate GTM 2 24407.875 SCF/jam

Kontainer GTM 2 0

Jumlah Perjalanan GTM 2 4

Volume GTM 2 195,263 SCF

SUBSET A - 2- A SELAMA 7 HARI



OPTIMIZATION SPREADSHEET

INPUT DATA

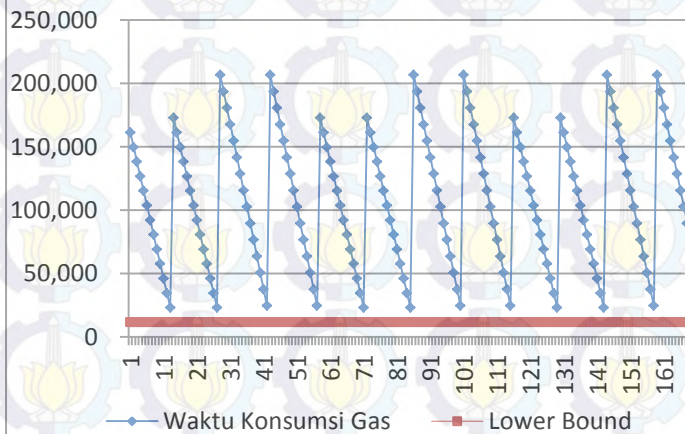
Volume Kontainer Truk 1	161,312	SCF
Volume Kontainer Truk 2	195,263	SCF
Jarak B - 1 - B	212	KM
KBBM1	0.504882	liter/km
KBBM2	0.5374569	liter/km
HBBM	0.55	USD/liter
KO1	0.0120011	liter/km
KO2	0.0120011	liter/km
HO	3.5	USD/liter
Kontainer Truk 1	480000	USD
Kontainer Truk 2	420000	USD
Biaya Pendistribusian GTM 1	260	USD
Biaya Pendistribusian GTM 2	260	USD
Waktu Pengisian GTM 1	2	jam
Waktu Pengisian GTM 2	2.5	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 1	14	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 2	15	jam
Kecepatan Rata-Rata Truk	35	km/jam
Jumlah Gas Konsumen	0.25	MMSCFD
Hari Operasi Truk	7	hari

PERHITUNGAN

GTM Tipe 1		
Waktu Pendistribusian	6.1	jam
Waktu Pendistribusian Round Trip	12.1	jam
Total Waktu GTM 1	28.1	jam
Waktu Operasi per Minggu	3.5142857	hari
Biaya Pendistribusian	1560	USD
BBBM1	353.21542	USD
BO1	53.42872	USD
GTM Tipe 2		
Waktu Pendistribusian	6.1	jam
Waktu Pendistribusian Round Trip	12.1	jam
Total Waktu GTM 2	29.6	jam
Waktu Operasi per Minggu	3.7017857	hari
Biaya Pendistribusian	1560	USD

BBBM1	376.00482	USD	
BO1	53.429025	USD	
Batasan			
	min	g(x)	max
Jumlah Gas Konsumen	2119120.7	2139450	2140526
Keluaran			
	min	g(x)	max
Kontainer GTM 1	0	2	10000
Kontainer GTM 2	0	2	10000
Jumlah Perjalanan GTM 1	0	3	10000
Jumlah Perjalanan GTM 2	0	3	10000
Fungsi Objektif	1803956.1	USD	
Consumption Rate GTM 1	11522.286	SCF/jam	
Kontainer GTM 1	2		
Jumlah Perjalanan GTM 1	3		
Volume GTM 1	161,312	SCF	
Consumption Rate GTM 2	13017.533	SCF/jam	
Kontainer GTM 2	2		
Jumlah Perjalanan GTM 2	3		
Volume GTM 2	195,263	SCF	

SUBSET B - 1 - B SELAMA 7 HARI



OPTIMIZATION SPREADSHEET

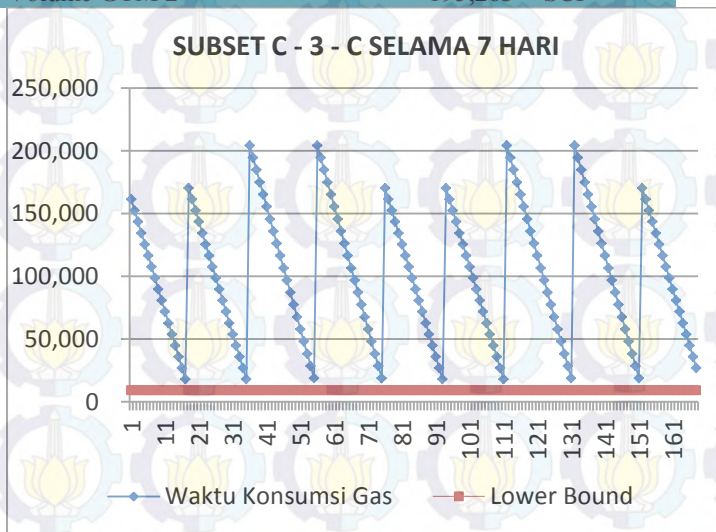
INPUT DATA

Volume Kontainer Truk 1	161,312	SCF
Volume Kontainer Truk 2	195,263	SCF
Jarak C - 3 - C	521	KM
KBBM1	0.504882	liter/km
KBBM2	0.5374569	liter/km
HBBM	0.55	USD/liter
KO1	0.0120011	liter/km
KO2	0.0120011	liter/km
HO	3.5	USD/liter
Kontainer Truk 1	480000	USD
Kontainer Truk 2	420000	USD
Biaya Pendistribusian GTM 1	350	USD
Biaya Pendistribusian GTM 2	350	USD
Waktu Pengisian GTM 1	2	jam
Waktu Pengisian GTM 2	2.5	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 1	18	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 2	20	jam
Kecepatan Rata-Rata Truk	35	km/jam
Jumlah Gas Konsumen	0.15	MMSCFD
Hari Operasi Truk	7	hari

PERHITUNGAN

GTM Tipe 1		
Waktu Pendistribusian	14.9	jam
Waktu Pendistribusian Round		
Trip	29.8	jam
Total Waktu GTM 1	49.8	jam
Waktu Operasi per Minggu	4.147619	hari
Biaya Pendistribusian	1400	USD
BBBM1	578.69571	USD
BO1	87.535733	USD
GTM Tipe 2		
Waktu Pendistribusian	14.9	jam
Waktu Pendistribusian Round		
Trip	29.8	jam
Total Waktu GTM 1	52.3	jam
Waktu Operasi per Minggu	4.3559524	hari
Biaya Pendistribusian	1400	USD

BBBM1	616.03305	USD	
BO1	87.536232	USD	
Batasan			
	min	g(x)	max
Jumlah Gas Konsumen	1426120.7	1426300	1440526
Keluaran			
	min	g(x)	max
Kontainer GTM 1	0	2	10000
Kontainer GTM 2	0	2	10000
Jumlah Perjalanan GTM 1	0	2	10000
Jumlah Perjalanan GTM 2	0	2	10000
Fungsi Objektif	1804169.8	USD	
Consumption Rate GTM 1	8961.7778	SCF/jam	
Kontainer GTM 1	2		
Jumlah Perjalanan GTM 1	2		
Volume GTM 1	161,312	SCF	
Consumption Rate GTM 2	9763.15	SCF/jam	
Kontainer GTM 2	2		
Jumlah Perjalanan GTM 2	2		
Volume GTM 2	195,263	SCF	

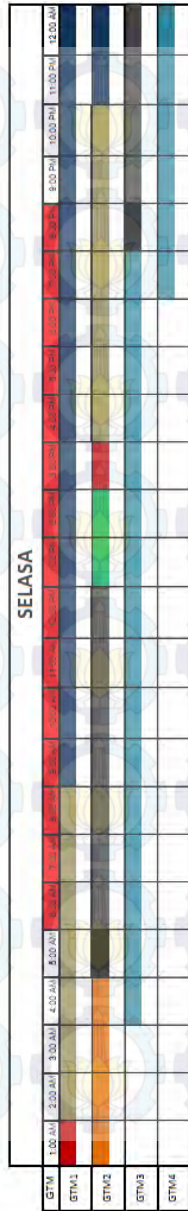
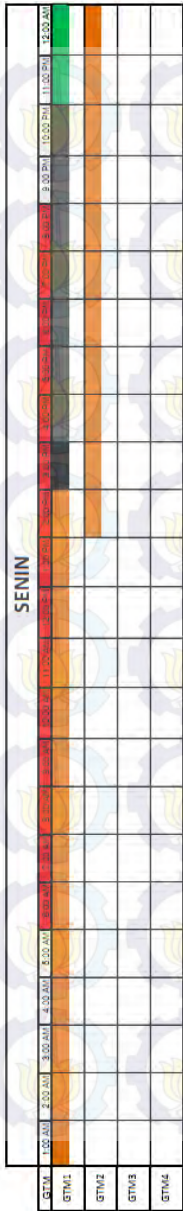


[illegible][illegible][illegible]

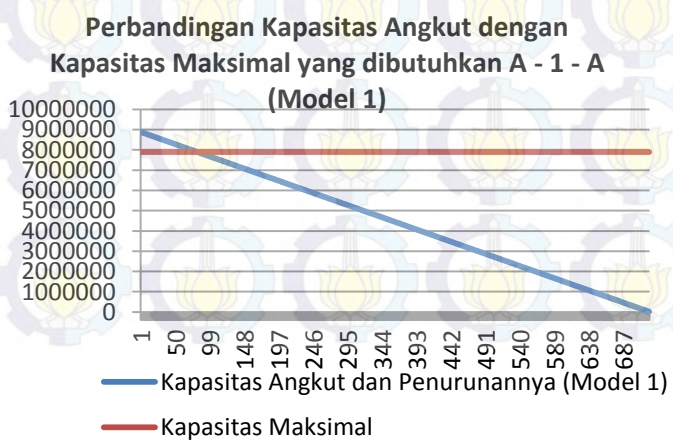
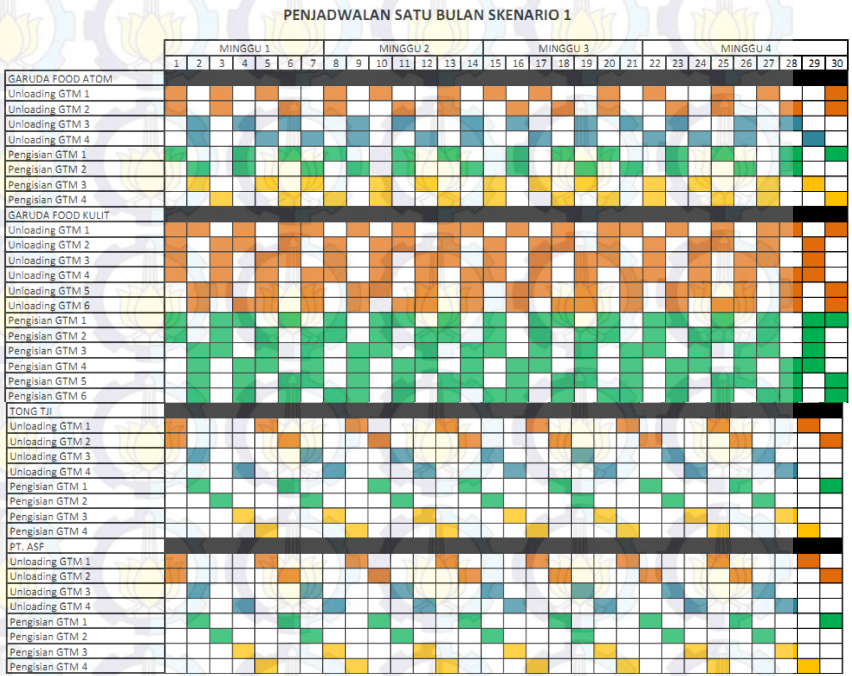
PENJADWALAN DISTRIBUSI BERDASARKAN HASIL PERHITUNGAN VMI

SUBSET	B-1-1-B
SUPPLIER	IES
KONSUMEN	GFA
Jumlah Kendaraan	
GTW Tipe 1	Unit
GTW Tipe 2	Unit
VOLUME GTW Tipe 1	161.312
BANYAK DISTRIBUSI	3
GTW Tipe 1	Unit
VOLUME GTW Tipe 2	195.263
BANYAK DISTRIBUSI	3
Rel	

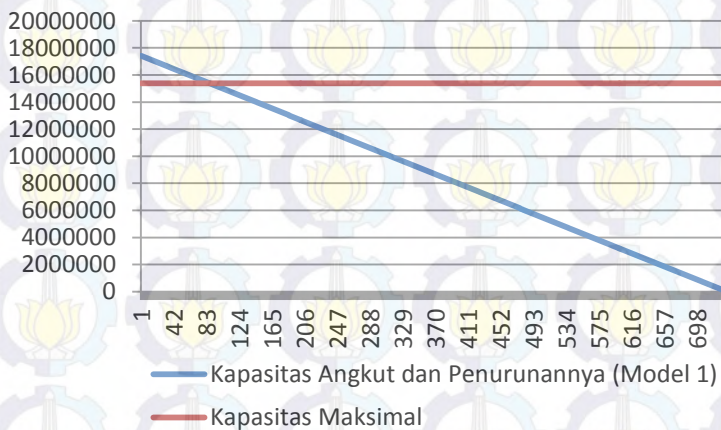
Waktu Proses GTW 1	2 jam	t1
Waktu Proses GTW 2	2,5 jam	t2
Waktu Proses GTW dan armada bus	1,0 jam	t3
Waktu Proses Bus dan Nuklir	6,1 jam	t4
Waktu Menunggu Bus dan Nuklir	4,0 jam	t5
Waktu Bus dan Nuklir GTW 1	14 jam	t6
Waktu Bus dan Nuklir GTW 2	15 jam	t7
Waktu Menunggu Bus dan Nuklir	1,0 jam	t8
Waktu Menuju Suplai	6,1 jam	t9



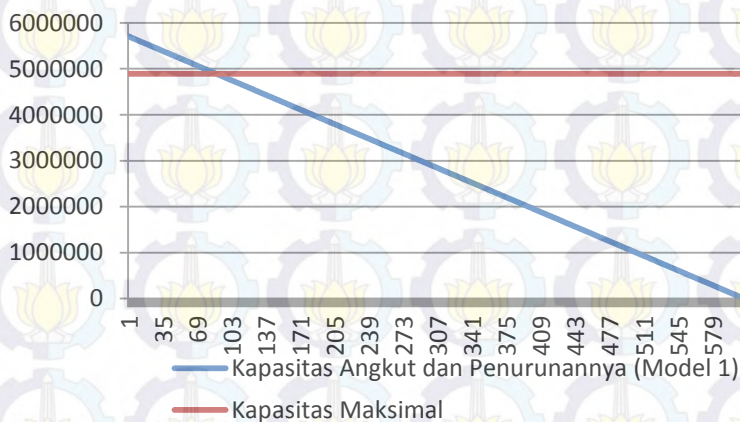
3.2. Penjadwalan Dalam Waktu Satu Bulan



Perbandingan Kapasitas Angkut dengan Kapasitas Maksimal yang Dibutuhkan A - 2 - A (Model 1)

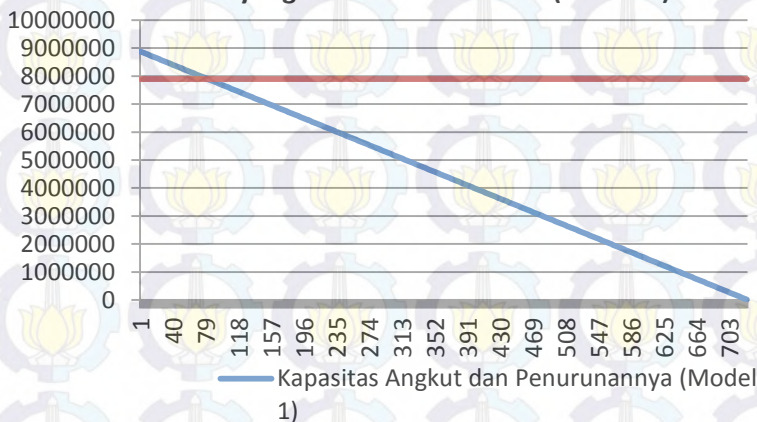


Perbandingan Kapasitas Angkut dengan Kapasitas Maksimal yang Dibutuhkan A - 3 - A (Model 1)

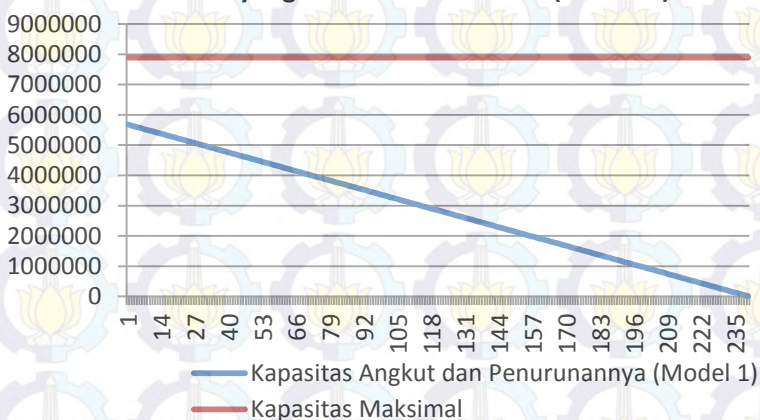


	MINGGU 1							MINGGU 2							MINGGU 3							MINGGU 4								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
GARUDA FOOD ATOM																														
Unloading GTM 1																														
Unloading GTM 2																														
Unloading GTM 3																														
Unloading GTM 4																														
Pengisian GTM 1																														
Pengisian GTM 2																														
Pengisian GTM 3																														
Pengisian GTM 4																														
GARUDA FOOD KULIT																														
Unloading GTM 1																														
Unloading GTM 2																														
Unloading GTM 3																														
Unloading GTM 4																														
Unloading GTM 5																														
Unloading GTM 6																														
Pengisian GTM 1																														
Pengisian GTM 2																														
Pengisian GTM 3																														
Pengisian GTM 4																														
Pengisian GTM 5																														
Pengisian GTM 6																														
TONG TI																														
Unloading GTM 1					</																									

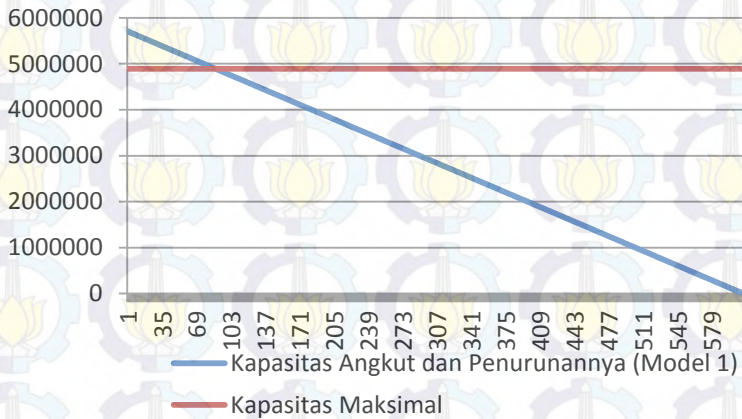
**Perbandingan Kapasitas Angkut dengan Kapasitas
Maksimal yang Dibutuhkan B - 1 - B (Model 1)**



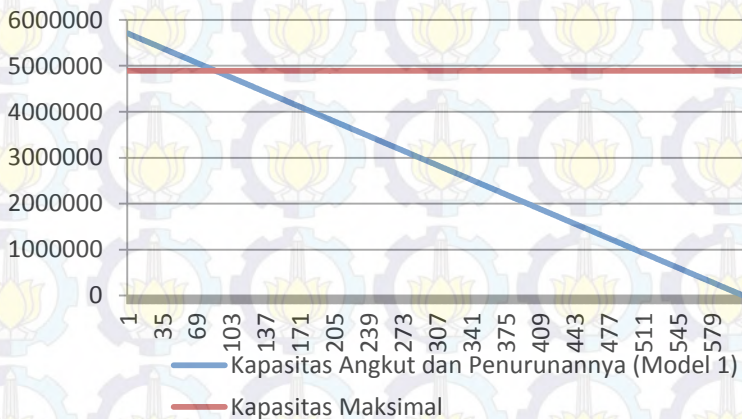
**Perbandingan Kapasitas Angkut dengan Kapasitas
Maksimal yang Dibutuhkan B - 2 - B (Model 1)**



Perbandingan Kapasitas Angkut dengan Kapasitas Maksimal yang Dibutuhkan C - 3 - C (Model 1)



Perbandingan Kapasitas Angkut dengan Kapasitas Maksimal yang Dibutuhkan C - 4 - C (Model 1)



3.3. Perhitungan Optimasi Distribusi Satu Bulan OPTIMIZATION SPREADSHEET

INPUT DATA

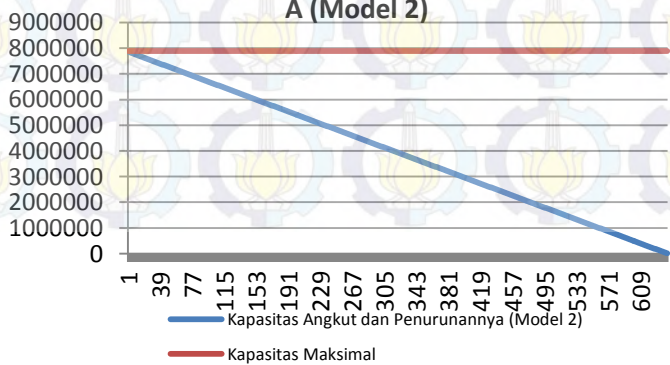
Volume Kontainer Truk 1	161,312	SCF
Volume Kontainer Truk 2	195,263	SCF
Jarak A - 1 - A	82.3	KM
KBBM1	0.504882	liter/km
KBBM2	0.5374569	liter/km
HBBM	0.55	USD/liter
KO1	0.0120011	liter/km
KO2	0.0120011	liter/km
HO	3.5	USD/liter
Kontainer Truk 1	480000	USD
Kontainer Truk 2	420000	USD
Biaya Pendistribusian GTM 1	250	USD
Biaya Pendistribusian GTM 2	250	USD
Waktu Pengisian GTM 1	24	jam
Waktu Pengisian GTM 2	25	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 1	14	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 2	15	jam
Kecepatan Rata-Rata Truk	35	km/jam
		MMSCF
Jumlah Gas Konsumen	0.25	D
Hari Operasi Truk	30	hari

PERHITUNGAN

GTM Tipe 1		
Waktu Pendistribusian	2.4	jam
Waktu Pendistribusian Round		
Trip	4.7	jam
Total Waktu GTM 1	42.7	jam
Total Waktu GTM 1 (hari)	17.8	hari
Waktu Operasi per Minggu	17.792857	hari
Biaya Pendistribusian	2500	USD
BBBM1	228.53482	USD
BO1	34.569054	USD
GTM Tipe 2		
Waktu Pendistribusian	2.4	jam
Waktu Pendistribusian Round		
Trip	4.7	jam

Total Waktu GTM 1	44.7	jam		
Total Waktu GTM 1 (hari)	29.8	hari		
Waktu Operasi per Minggu	29.801905	hari		
Biaya Pendistribusian	8000	USD		
BBBM1	778.49551	USD		
BO1	110.6216	USD		
Batasan	min	g(x)	max	
Jumlah Gas Konsumen	7811620.7	7861536	789052	6
Keluaran	min	g(x)	max	
Kontainer GTM 1	0	1	10000	
Kontainer GTM 2	0	2	10000	
Jumlah Perjalanan GTM 1	0	10	10000	
Jumlah Perjalanan GTM 2	0	16	10000	
Fungsi Objektif	1331652.2	USD		
Biaya Operasional	11652	USD		
Consumption Rate GTM 1	11522.286	SCF/jam		
Kontainer GTM 1	1			
Jumlah Perjalanan GTM 1	10			
Volume GTM 1	161,312	SCF		
Consumption Rate GTM 2	13017.533	SCF/jam		
Kontainer GTM 2	2			
Jumlah Perjalanan GTM 2	16			
Volume GTM 2	195,263	SCF		

Perbandingan Kapasitas Angkut dengan
Kapasitas Maksimal yang dibutuhkan A - 1 -
A (Model 2)



OPTIMIZATION SPREADSHEET

INPUT DATA

Volume Kontainer Truk 1	161,312	SCF
Volume Kontainer Truk 2	195,263	SCF
Jarak A - 2 - A	84.9	KM
KBBM1	0.504881968	liter/km
KBBM2	0.537456862	liter/km
HBBM	0.55	USD/liter
KO1	0.01200106	liter/km
KO2	0.012001129	liter/km
HO	3.5	USD/liter
Kontainer Truk 1	480000	USD
Kontainer Truk 2	420000	USD
Biaya Pendistribusian GTM 1	250	USD
Biaya Pendistribusian GTM 2	250	USD
Waktu Pengisian GTM 1	24	jam
Waktu Pengisian GTM 2	25	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 1	7	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 2	8	jam
Kecepatan Rata-Rata Truk	35	km/jam
Jumlah Gas Konsumen	0.5	MMSCFD
Hari Operasi Truk	30	hari

PERHITUNGAN

GTM Tipe 1		
Waktu Pendistribusian	2.4	jam
Waktu Pendistribusian Round		
Trip	4.9	jam
Total Waktu GTM 1	35.9	jam
Total Waktu GTM 1 (hari)	4.5	hari
Biaya Pendistribusian	750	USD
BBBM1	70.72639048	USD
BO1	10.69834516	USD
GTM Tipe 2		
Waktu Pendistribusian	2.4	jam
Waktu Pendistribusian Round		
Trip	4.9	jam
Total Waktu GTM 1	37.9	jam
Total Waktu GTM 1 (hari)	30.0	hari
Biaya Pendistribusian	19000	USD

OPTIMIZATION SPREADSHEET

INPUT DATA

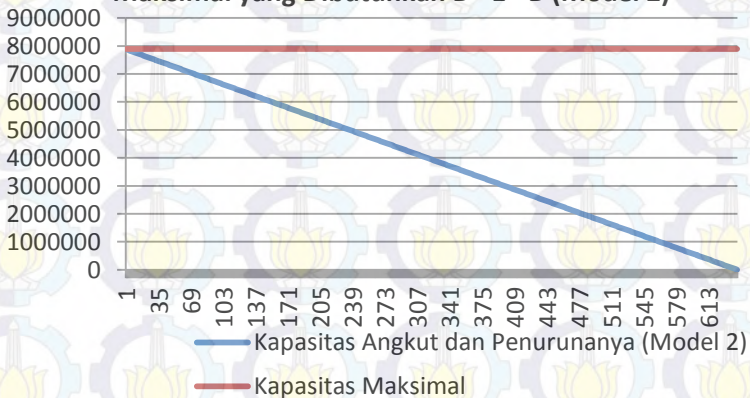
Volume Kontainer Truk 1	161,312	SCF
Volume Kontainer Truk 2	195,263	SCF
Jarak B - 1 - B	212	KM
KBBM1	0.504881968	liter/km
KBBM2	0.537456862	liter/km
HBBM	0.55	USD/liter
KO1	0.01200106	liter/km
KO2	0.012001129	liter/km
HO	3.5	USD/liter
Kontainer Truk 1	480000	USD
Kontainer Truk 2	420000	USD
Biaya Pendistribusian GTM 1	260	USD
Biaya Pendistribusian GTM 2	260	USD
Waktu Pengisian GTM 1	2	jam
Waktu Pengisian GTM 2	2.5	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 1	14	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 2	15	jam
Kecepatan Rata-Rata Truk	35	km/jam
Jumlah Gas Konsumen	0.25	MMSCFD
Hari Operasi Truk	30	hari

PERHITUNGAN

GTM Tipe 1		
Waktu Pendistribusian	6.1	jam
Waktu Pendistribusian Round		
Trip	12.1	jam
Total Waktu GTM 1	28.1	jam
Waktu Operasi per Minggu	24.6	hari
Biaya Pendistribusian	5460	USD
BBBM1	1236.253987	USD
BO1	187.0005208	USD
GTM Tipe 2		
Waktu Pendistribusian	6.1	jam
Waktu Pendistribusian Round		
Trip	12.1	jam
Total Waktu GTM 2	29.6	jam
Waktu Operasi per Minggu	28.38035714	hari
Biaya Pendistribusian	5980	USD

BBBM1	1441.351811	USD	
BO1	204.8112617	USD	
Batasan	min	$g(x)$	max
Jumlah Gas Konsumen	7811620.74	7878601	789052
Keluaran	min	$g(x)$	max
Kontainer GTM 1	0	1	10000
Kontainer GTM 2	0	1	10000
Jumlah Perjalanan GTM 1	0	21	10000
Jumlah Perjalanan GTM 2	0	23	10000
Fungsi Objektif	914509.4176	USD	
Consumption Rate GTM 1	11522.28571	SCF/jam	
Kontainer GTM 1	1		
Jumlah Perjalanan GTM 1	21		
Volume GTM 1	161,312	SCF	
Consumption Rate GTM 2	13017.53333	SCF/jam	
Kontainer GTM 2	1		
Jumlah Perjalanan GTM 2	23		
Volume GTM 2	195,263	SCF	

Perbandingan Kapasitas Angkut dan Kapasitas Maksimal yang Dibutuhkan B - 1 - B (Model 2)



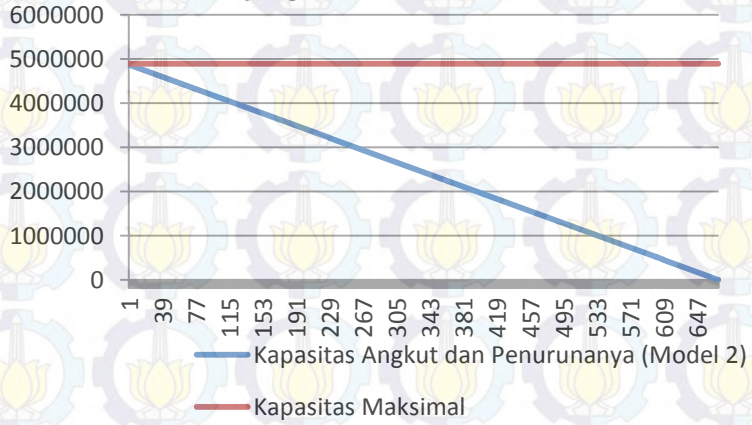
OPTIMIZATION SPREADSHEET

INPUT DATA

Volume Kontainer Truk 1	161,312	SCF
Volume Kontainer Truk 2	195,263	SCF
Jarak C - 4 - C	318	KM
KBBM1	0.504881968	liter/km
KBBM2	0.537456862	liter/km
HBBM	0.55	USD/liter
KO1	0.01200106	liter/km
KO2	0.012001129	liter/km
HO	3.5	USD/liter
Kontainer Truk 1	480000	USD
Kontainer Truk 2	420000	USD
Biaya Pendistribusian GTM 1	350	USD
Biaya Pendistribusian GTM 2	350	USD
Waktu Pengisian GTM 1	2	jam
Waktu Pengisian GTM 2	2.5	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 1	24	jam
Waktu Bongkar Muat GTM 2	25	jam
Kecepatan Rata-Rata Truk	35	km/jam
Jumlah Gas Konsumen	0.15	MMSCFD
Hari Operasi Truk	30	hari
PERHITUNGAN		
GTM Tipe 1		
Waktu Pendistribusian	9.1	jam
Waktu Pendistribusian Round Trip	18.2	jam
Total Waktu GTM 1	44.2	jam
Waktu Operasi per Minggu	22.1	hari
Biaya Pendistribusian	4200	USD
BBBM1	1059.646274	USD
BO1	160.2861607	USD
GTM Tipe 2		
Waktu Pendistribusian	9.1	jam
Waktu Pendistribusian Round Trip	18.2	jam
Total Waktu GTM 1	45.7	jam
Waktu Operasi per Minggu	28.5	hari
Biaya Pendistribusian	5250	USD

BBBM1	1410.018076	USD
BO1	200.358843	USD
Batasan		
Jumlah Gas Konsumen	min 4841620.74	g(x) 4864689
Keluaran		max 4890526
Kontainer GTM 1	min 0	g(x) 1
Kontainer GTM 2	0	1
Jumlah Perjalanan GTM 1	0	12
Jumlah Perjalanan GTM 2	0	15
Fungsi Objektif	912280.3094	USD
Consumption Rate GTM 1	6721.333333	SCF/jam
Kontainer GTM 1	1	
Jumlah Perjalanan GTM 1	12	
Volume GTM 1	161,312	SCF
Consumption Rate GTM 2	7810.52	SCF/jam
Kontainer GTM 2	1	
Jumlah Perjalanan GTM 2	15	
Volume GTM 2	195,263	SCF

Perbandingan Kapasitas Angkut dan Kapasitas Maksimal yang Dibutuhkan C - 4 - C (Model 2)



3.4. Grafik Perbandingan Fungsi Objektif dan Biaya Operasional Model 1 dan 2

1. Fungsi Objektif

METODE REPLIKASI JADWAL (MODEL 1)

SKENARIO 1

A-1-A	\$1,813,850.908
A-2-A	\$2,909,931.29
A-3-A	\$1,814,098.112
A-4-A	\$1,812,836.107

SKENARIO 2

B-1-B	\$1,816,479.86
A-2-A *	\$912,470.0098
B-2-B	\$913,461.0914
C-2-C	\$912,675.3765

JUMLAH KONSUMEN 2

C-3-C	\$1,816,679.203
C-4-C	\$1,814,544.312

METODE VMI (MODEL 2)

SKENARIO 1

A-1-A	\$1,331,652.221
A-2-A	\$2,182,009.789
A-3-A	\$1,331,493.093
A-4-A	\$1,330,452.664

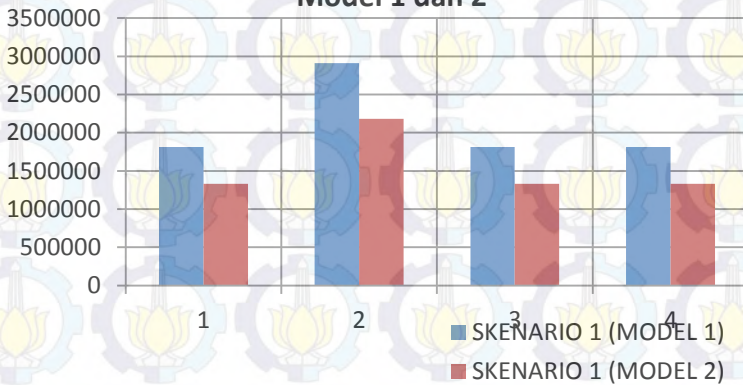
SKENARIO 2

B-1-B	\$914,509.4176
A-2-A *	\$910,205.6392
B-2-B	\$917,706.2028
C-2-C	\$429,961.3142

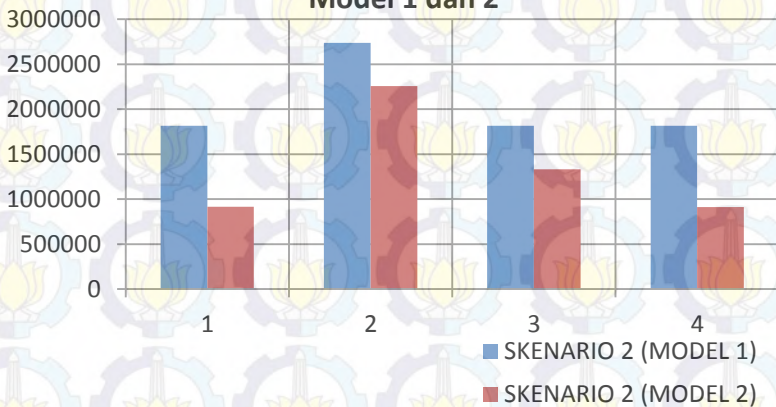
JUMLAH KONSUMEN 2

C-3-C	\$1,333,137.974
C-4-C	\$912,280.3094

**Perbandingan Fungsi Objektif Skenario 1
Model 1 dan 2**



**Perbandingan Fungsi Objektif Skenario 2
Model 1 dan 2**



2. Biaya Operasional

METODE REPLIKASI JADWAL (MODEL 1)

SKENARIO 1

A-1-A	\$13,850.91
A-2-A	\$29,931.29
A-3-A	\$14,098.11
A-4-A	\$12,836.11

SKENARIO 2

B-1-B	\$16,479.86
A-2-A*	\$12,470.01
B-2-B	\$13,461.09

C-2-C	\$12,675.37
-------	-------------

JUMLAH KONSUMEN 2	\$38,606.47
-------------------	-------------

C-3-C	\$16,679.20
-------	-------------

C-4-C	\$14,544.31
-------	-------------

METODE VMI (MODEL 2)

SKENARIO 1

A-1-A	\$11,652.22
A-2-A	\$22,009.78
A-3-A	\$11,493.09
A-4-A	\$10,452.66

SKENARIO 2

B-1-B	\$14,509.42
-------	-------------

A-2-A*	\$10,205.64
--------	-------------

B-2-B	\$17,706.20
-------	-------------

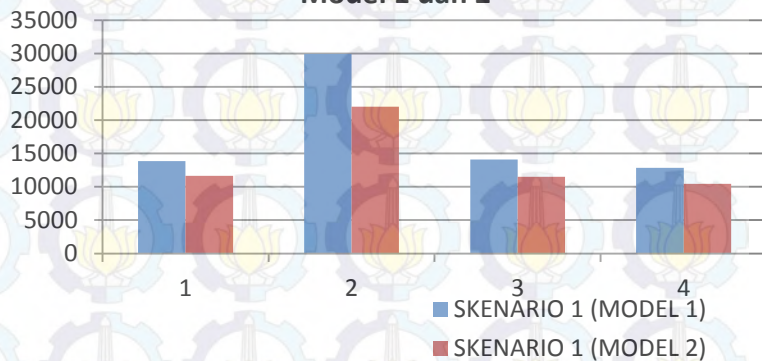
C-2-C	\$9,961.31
-------	------------

JUMLAH KONSUMEN 2	\$37,873.15
-------------------	-------------

C-3-C	\$13,137.97
-------	-------------

C-4-C	\$12,280.31
-------	-------------

**Perbandingan Biaya Operasional Skenario 1
Model 1 dan 2**



**Perbandingan Biaya Operasional Skenario 2
Model 1 dan 2**

